

DOCKET NO.: 278697US6PCT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Tetsujiro KONDO, et al.

SERIAL NO.: NEW U.S. PCT APPLICATION

FILED: HERewith

INTERNATIONAL APPLICATION NO.: PCT/JP05/02523

INTERNATIONAL FILING DATE: February 10, 2005

FOR: IMAGE PROCESSING APPARATUS, IMAGE PROCESSING METHOD AND PROGRAM

REQUEST FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119
AND THE INTERNATIONAL CONVENTION

Commissioner for Patents
Alexandria, Virginia 22313

Sir:

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicant claims as priority:

<u>COUNTRY</u>	<u>APPLICATION NO</u>	<u>DAY/MONTH/YEAR</u>
Japan	2004-037249	13 February 2004
Japan	2004-037250	13 February 2004

Certified copies of the corresponding Convention application(s) were submitted to the International Bureau in PCT Application No. PCT/JP05/02523. Receipt of the certified copy(s) by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.

Respectfully submitted,
OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.



Gregory J. Maier
Attorney of Record
Registration No. 25,599
Surinder Sachar
Registration No. 34,423

Customer Number

22850

(703) 413-3000
Fax No. (703) 413-2220
(OSMMN 08/03)

24.3.2005

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 4 年 2 月 1 3 日
Date of Application:

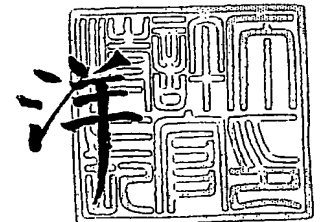
出 願 番 号 特 願 2 0 0 4 - 0 3 7 2 4 9
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 4 - 0 3 7 2 4 9]

出 願 人 ソニー株式会社
Applicant(s):

2 0 0 5 年 2 月 1 6 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



【書類名】 特許願
【整理番号】 0390877203
【提出日】 平成16年 2月13日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G06T 7/20
G06T 3/00
H04N 7/01

【発明者】
【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社内
【氏名】 近藤 哲二郎

【発明者】
【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社内
【氏名】 金丸 昌憲

【特許出願人】
【識別番号】 000002185
【氏名又は名称】 ソニー株式会社

【代理人】
【識別番号】 100090376
【弁理士】
【氏名又は名称】 山口 邦夫
【電話番号】 03-3291-6251

【選任した代理人】
【識別番号】 100095496
【弁理士】
【氏名又は名称】 佐々木 榮二
【電話番号】 03-3291-6251

【手数料の表示】
【予納台帳番号】 007548
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】
【物件名】 特許請求の範囲 1
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 9709004

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

時間積分効果を有する画像センサにより取得された複数画素からなる画像内の処理領域では、動きオブジェクトの画素の画素値が、該動きオブジェクトに対応する動きボケが生じていない各画素の画素値を移動しながら時間方向に積分した値であるとしてモデル化し、前記処理領域の画素の画素値に基づき、前記処理領域に含まれる前記動きオブジェクトの動きボケが軽減された動きボケ軽減画像を生成する動きボケ軽減画像生成手段と、

前記動きボケ軽減画像生成手段により生成された複数の動きボケ軽減画像に基づき、動きベクトルを検出する動きベクトル検出手段とを有することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】

前記動きボケ軽減画像生成手段は、

前記処理領域について、前記動きオブジェクトである前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分のみからなる前景領域と、背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分のみからなる背景領域と、前記前景オブジェクト成分と前記背景オブジェクト成分とが混合される混合領域とを特定する領域特定手段と、

前記混合領域における前記前景オブジェクト成分と前記背景オブジェクト成分との混合比を検出する混合比検出手段と、

前記混合比に基づいて、前記画像の少なくとも一部の領域を前記前景オブジェクトと前記背景オブジェクトとに分離する分離手段と、

前記動きベクトルに基づき、前記分離手段により分離された前記前景オブジェクトの動きボケを軽減させる動きボケ調整手段とを備えることを特徴とする請求項 1 記載の画像処理装置。

【請求項 3】

前記動きボケ軽減画像生成手段は、前記画像内の注目画素の動きベクトルに応じて該注目画素を含むように前記処理領域を設定し、前記注目画素の動きベクトルに基づき、該注目画素の動きボケが軽減された画素値を画素単位で生成することを特徴とする請求項 1 記載の画像処理装置。

【請求項 4】

前記動きベクトル検出手段は、前記動きボケ軽減画像生成手段により生成された時間的に連続する少なくとも第 1 の画像と第 2 の画像を用いて、該第 1 の画像内の前記動きオブジェクトの位置に対応する注目画素を設定し、該注目画素を含む前記第 1 の画像内の領域と前記第 2 の画像とを比較して、前記第 1 の画像から前記第 2 の画像までの前記動きオブジェクトの動きベクトルを検出することを特徴とする請求項 1 記載の画像処理装置。

【請求項 5】

前記動きボケ軽減画像生成手段は、前記第 1 の画像内の前記注目画素の画素位置、あるいは前記検出された動きベクトルに基づき前記注目画素に対応する前記第 2 の画像の画素位置に、動きボケが軽減された前記動きオブジェクトの画像を出力する出力手段を有することを特徴とする請求項 4 記載の画像処理装置。

【請求項 6】

前記動きボケ軽減画像の拡大画像を生成する空間解像度創造手段を設けたことを特徴とする請求項 5 記載の画像処理装置。

【請求項 7】

前記空間解像度創造手段は、

前記動きボケ軽減画像から、生成する前記拡大画像のうちの注目画素に対する複数画素をクラスタップとして抽出し、該クラスタップの画素値から前記注目画素に対応するクラスを決定するクラス決定手段と、

前記動きボケ軽減画像に対応する画素数の第 1 の画像と、該第 1 の画像よりも画素数が多い第 2 の画像との間で、前記第 2 の画像内の注目画素に対応する前記第 1 の画像内の複

数画素から前記注目画素を予測する予測係数を前記クラス毎に学習して記憶する記憶手段と、

前記クラス決定手段により決定されたクラスに対応する予測係数を前記記憶手段から検出し、前記動きボケ軽減画像から、前記拡大画像のうちの注目画素に対する複数画素を予測タップとして抽出し、前記記憶手段から検出した予測係数と前記予測タップとの線形一次結合により前記注目画素に対応する予測値を生成する予測値生成手段とを備えることを特徴とする請求項 6 記載の画像処理装置。

【請求項 8】

前記空間解像度創造手段は、前記動きオブジェクトを基準として前記拡大画像の生成を行う

ことを特徴とする請求項 6 記載の画像処理装置。

【請求項 9】

前記動き検出手段で検出された動きベクトルに基づき、前記画像センサにより取得された画像よりも時間解像度の高い画像を生成する時間解像度創造手段を設けた

ことを特徴とする請求項 1 記載の画像処理装置。

【請求項 10】

前記時間解像度創造手段は、前記動きボケ軽減画像生成手段で生成された動きボケ軽減画像を用いて、前記時間解像度の高い画像を生成する

ことを特徴とする請求項 9 記載の画像処理装置。

【請求項 11】

前記時間解像度創造手段は、

前記動きベクトル検出手段で検出された動きベクトルを用いて、生成する前記時間解像度の高い画像内における注目画素の動きベクトルを検出し、前記動きボケ軽減画像から前記注目画素に対応する複数画素をクラスタップとして抽出し、該クラスタップの画素値から前記注目画素に対応するクラスを決定するクラス決定手段と、

前記動きボケ軽減画像に対応する時間解像度の第 1 の画像と、該第 1 の画像よりも時間解像度よりも解像度の高い第 2 の画像との間で、前記第 2 の画像内の注目画素に対応する前記第 1 の画像内の複数画素から前記注目画素を予測する予測係数を前記クラス毎に学習して記憶する記憶手段と、

前記クラス決定手段により決定されたクラスに対応する予測係数を前記記憶手段から検出し、前記動きボケ軽減画像から、前記注目画素に対する複数画素を予測タップとして抽出し、前記記憶手段から検出した予測係数と前記予測タップとの線形一次結合により前記注目画素に対応する予測値を生成する予測値生成手段とを備える

ことを特徴とする請求項 10 記載の画像処理装置。

【請求項 12】

時間積分効果を有する画像センサにより取得された複数画素からなる画像内の処理領域では、動きオブジェクトの画素の画素値が、該動きオブジェクトに対応する動きボケが生じていない各画素の画素値を移動しながら時間方向に積分した値であるとしてモデル化し、前記処理領域の画素の画素値に基づき、前記処理領域に含まれる前記動きオブジェクトの動きボケが軽減された動きボケ軽減画像を生成する動きボケ軽減画像生成ステップと、

前記動きボケ軽減画像生成ステップにより生成された複数の動きボケ軽減画像に基づき、動きベクトルを検出する動きベクトル検出ステップとを有する

ことを特徴とする画像処理方法。

【請求項 13】

前記動きボケ軽減画像生成ステップは、

前記処理領域について、前記動きオブジェクトである前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分のみからなる前景領域と、背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分のみからなる背景領域と、前記前景オブジェクト成分と前記背景オブジェクト成分とが混合される混合領域とを特定する領域特定ステップと、

前記混合領域における前記前景オブジェクト成分と前記背景オブジェクト成分との混合

比を検出する混合比検出ステップと、

前記混合比に基づいて、前記画像の少なくとも一部の領域を前記前景オブジェクトと前記背景オブジェクトとに分離する分離ステップと、

前記動きベクトルに基づき、前記分離ステップにより分離された前記前景オブジェクトの動きボケを軽減させる動きボケ調整手段とを備える

ことを特徴とする請求項 12 記載の画像処理方法。

【請求項 14】

前記動きボケ軽減画像生成ステップは、前記画像内の注目画素の動きベクトルに応じて該注目画素を含むように前記処理領域を設定し、前記注目画素の動きベクトルに基づき、該注目画素の動きボケが軽減された画素値を画素単位で生成する

ことを特徴とする請求項 12 記載の画像処理方法。

【請求項 15】

前記動きベクトル検出ステップは、前記動きボケ軽減画像生成ステップで生成された時間的に連続する少なくとも第 1 の画像と第 2 の画像を用いて、該第 1 の画像内の前記動きオブジェクトの位置に対応する注目画素を設定し、該注目画素を含む前記第 1 の画像内の領域と前記第 2 の画像とを比較して、前記第 1 の画像から前記第 2 の画像までの前記動きオブジェクトの動きベクトルを検出する

ことを特徴とする請求項 12 記載の画像処理方法。

【請求項 16】

前記動きボケ軽減画像生成ステップは、前記第 1 の画像内の前記注目画素の画素位置、あるいは前記検出された動きベクトルに基づき前記注目画素に対応する前記第 2 の画像の画素位置に、動きボケが軽減された前記動きオブジェクトの画像を出力する出力ステップを有する

ことを特徴とする請求項 15 記載の画像処理方法。

【請求項 17】

前記動きボケ軽減画像の拡大画像を生成する空間解像度創造ステップを設けたことを特徴とする請求項 16 記載の画像処理方法。

【請求項 18】

前記空間解像度創造ステップは、

前記動きボケ軽減画像から、生成する前記拡大画像のうちの注目画素に対する複数画素をクラスタップとして抽出し、該クラスタップの画素値から前記注目画素に対応するクラスを決定するクラス決定ステップと、

前記動きボケ軽減画像に対応する画素数の第 1 の画像と、該第 1 の画像よりも画素数が多い第 2 の画像との間で、前記第 2 の画像内の注目画素に対応する前記第 1 の画像内の複数画素から前記注目画素を予測する予測係数を前記クラス毎に学習して記憶する記憶ステップと、

前記クラス決定ステップにより決定されたクラスに対応する予測係数を前記記憶ステップから検出し、前記動きボケ軽減画像から、前記拡大画像のうちの注目画素に対する複数画素を予測タップとして抽出し、前記記憶ステップから検出した予測係数と前記予測タップとの線形一次結合により前記注目画素に対応する予測値を生成する予測値生成ステップとを備える

ことを特徴とする請求項 17 記載の画像処理方法。

【請求項 19】

前記空間解像度創造ステップは、前記動きオブジェクトを基準として前記拡大画像の生成を行う

ことを特徴とする請求項 17 記載の画像処理方法。

【請求項 20】

前記動き検出ステップで検出された動きベクトルに基づき、前記画像センサにより取得された画像よりも時間解像度の高い画像を生成する時間解像度創造ステップを設けたことを特徴とする請求項 12 記載の画像処理方法。

【請求項 2 1】

前記時間解像度創造ステップは、前記動きボケ軽減画像生成ステップで生成された動きボケ軽減画像を用いて、前記時間解像度の高い画像を生成することを特徴とする請求項 2 0 記載の画像処理方法。

【請求項 2 2】

前記時間解像度創造ステップは、

前記動きベクトル検出ステップで検出された動きベクトルを用いて、生成する前記時間解像度の高い画像内における注目画素の動きベクトルを検出し、前記動きボケ軽減画像から前記注目画素に対応する複数画素をクラスタップとして抽出し、該クラスタップの画素値から前記注目画素に対応するクラスを決定するクラス決定ステップと、

前記動きボケ軽減画像に対応する時間解像度の第 1 の画像と、該第 1 の画像よりも時間解像度よりも解像度の高い第 2 の画像との間で、前記第 2 の画像内の注目画素に対応する前記第 1 の画像内の複数画素から前記注目画素を予測する予測係数を前記クラス毎に学習して記憶する記憶ステップと、

前記クラス決定ステップにより決定されたクラスに対応する予測係数を前記記憶ステップから検出し、前記動きボケ軽減画像から、前記注目画素に対する複数画素を予測タップとして抽出し、前記記憶ステップから検出した予測係数と前記予測タップとの線形一次結合により前記注目画素に対応する予測値を生成する予測値生成ステップとを備えることを特徴とする請求項 2 1 記載の画像処理方法。

【請求項 2 3】

コンピュータに、

時間積分効果を有する画像センサにより取得された複数画素からなる画像内の処理領域では、動きオブジェクトの画素の画素値が、該動きオブジェクトに対応する動きボケが生じていない各画素の画素値を移動しながら時間方向に積分した値であるとしてモデル化し、前記処理領域の画素の画素値に基づき、前記処理領域に含まれる前記動きオブジェクトの動きボケが軽減された動きボケ軽減画像を生成する動きボケ軽減画像生成ステップと、

前記動きボケ軽減画像生成ステップにより生成された複数の動きボケ軽減画像に基づき、動きベクトルを検出する動きベクトル検出ステップとを実行させるプログラム。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像処理装置と画像処理方法およびプログラム

【技術分野】

【0001】

この発明は、画像処理装置と画像処理方法およびプログラムに関する。詳しくは、時間積分効果を有する画像センサにより取得された複数画素からなる画像内の動きオブジェクトの画素値は、該動きオブジェクトに対応する動きボケが生じていない画像を該動きオブジェクトの動きに対応させて移動しながら時間方向に積分して得られた値であるとモデル化し、処理領域内の各画素の画素値に基づいて該処理領域内の動きオブジェクトに生じた動きボケが軽減された動きボケ軽減画像を生成し、この動きボケ軽減画像を用いて動きベクトルを検出するものである。

【背景技術】

【0002】

従来より、現実世界における事象を、センサを用いてデータ化することが行われている。このセンサを用いて取得されたデータは、現実世界の情報を、現実世界より低い次元の時空間に射影して得られた情報である。このため、射影して得られた情報は、射影により発生する歪みを有している。例えば、静止している背景の前で移動する物体をビデオカメラで撮像して画像信号としてデータ化する場合、現実世界の情報をサンプリングしてデータ化することから、画像信号に基づいて表示される画像では、射影により発生する歪みとして、動いている物体がボケてしまう動きボケが生じる。

【0003】

このため、特許文献1で開示されているように、例えば、入力画像に含まれる前景のオブジェクトに対応する画像オブジェクトの輪郭を検出することで、前景のオブジェクトに対応する画像オブジェクトを粗く抽出し、この粗く抽出された前景のオブジェクトに対応する画像オブジェクトの動きベクトルを検出して、検出した動きベクトルおよび動きベクトルの位置情報を用いて動きボケの軽減が行われている。

【0004】

【特許文献1】 特開 2001-250119号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、上述のような動きボケの軽減では、動きボケを有した画像を用いて動きベクトルの検出が行われている。このため、動きボケの影響が大きいと正しく動きベクトルを検出することができない。さらに、動きボケの軽減だけでなく、検出した動きベクトルを用いて種々の画像処理、例えば動きベクトルを用いて前景オブジェクトを追従して表示するものとしたり、動きベクトルを用いて入力画像よりも時間解像度の高い画像を生成する場合、動きベクトルを正しく検出することができないと、前景オブジェクトの追従や時間解像度創造を精度良く行うことができない。

【0006】

そこで、この発明では、動きベクトルを精度良く検出して、検出した動きベクトルを用いて種々の画像処理を可能とする画像処理装置と画像処理方法およびプログラムを提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

この発明に係る画像処理装置は、時間積分効果を有する画像センサにより取得された複数画素からなる画像内の処理領域では、動きオブジェクトの画素の画素値が、該動きオブジェクトに対応する動きボケが生じていない各画素の画素値を移動しながら時間方向に積分した値であるとしてモデル化し、処理領域の画素の画素値に基づき、処理領域に含まれる動きオブジェクトの動きボケが軽減された動きボケ軽減画像を生成する動きボケ軽減画像生成手段と、動きボケ軽減画像生成手段により生成された複数の動きボケ軽減画像に基

づき、動きベクトルを検出する動きベクトル検出手段とを有するものである。

【0008】

また、この発明に係る画像処理方法は、時間積分効果を有する画像センサにより取得された複数画素からなる画像内の処理領域では、動きオブジェクトの画素の画素値が、該動きオブジェクトに対応する動きボケが生じていない各画素の画素値を移動しながら時間方向に積分した値であるとしてモデル化し、処理領域の画素の画素値に基づき、処理領域に含まれる動きオブジェクトの動きボケが軽減された動きボケ軽減画像を生成する動きボケ軽減画像生成ステップと、動きボケ軽減画像生成ステップにより生成された複数の動きボケ軽減画像に基づき、動きベクトルを検出する動きベクトル検出ステップとを有するものである。

【0009】

さらに、この発明に係るプログラムは、コンピュータに、時間積分効果を有する画像センサにより取得された複数画素からなる画像内の処理領域では、動きオブジェクトの画素の画素値が、該動きオブジェクトに対応する動きボケが生じていない各画素の画素値を移動しながら時間方向に積分した値であるとしてモデル化し、処理領域の画素の画素値に基づき、処理領域に含まれる動きオブジェクトの動きボケが軽減された動きボケ軽減画像を生成する動きボケ軽減画像生成ステップと、動きボケ軽減画像生成ステップにより生成された複数の動きボケ軽減画像に基づき、動きベクトルを検出する動きベクトル検出ステップとを実行させるものである。

【0010】

この発明においては、時間積分効果を有する画像センサにより取得された複数画素からなる画像内の動きオブジェクトの画素値は、この動きオブジェクトに対応する動きボケが生じていない画像を動きオブジェクトの動きに対応させて移動しながら時間方向に積分して得られた値であるとしてモデル化して、処理単位内の各画素の画素値に基づいて処理単位内の動きオブジェクトに生じた動きボケが軽減された動きボケ軽減画像が生成される。例えば処理領域について、動きオブジェクトである前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分のみからなる前景領域と、背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分のみからなる背景領域と、前景オブジェクト成分と背景オブジェクト成分とが混合される混合領域とを特定し、混合領域における前景オブジェクト成分と背景オブジェクトとの混合比が検出されて、この混合比に基づいて画像の少なくとも一部の領域が、前景オブジェクトと背景オブジェクトとに分離されて、分離された前景オブジェクトの動きボケが動きオブジェクトの動きベクトルに基づいて軽減される。あるいは、画像内の画素毎に動きベクトルを検出して、処理領域を動きボケを含む前景オブジェクトの領域として、処理領域内に設けた注目画素に対して検出された動きベクトルを用いて、処理領域の動きボケが軽減された画素値が画素単位で出力される。このようにして生成された複数の動きボケ軽減画像から時間的に連続する少なくとも第1の画像と第2の画像を用いて、第1の画像内の動きオブジェクトの位置に対応する注目画素を設定し、この注目画素を含む第1の画像内の領域と第2の画像とを比較して、第1の画像から第2の画像までの動きオブジェクトの動きベクトルが検出される。動きボケが軽減された動きオブジェクトの画像、この検出された動きベクトルに基づき注目画素に対応する画素位置に出力されて、動きボケ軽減画像が生成される。また、動きボケ軽減画像を用いて空間解像度創造や時間解像度創造が行われて、動きボケ軽減画像の拡大画像や動きボケ軽減画像よりもフレームレートの高い画像が生成される。

【発明の効果】

【0011】

この発明によれば、時間積分効果を有する画像センサにより取得された複数画素からなる画像内の処理領域では、動きオブジェクトの画素の画素値が、該動きオブジェクトに対応する動きボケが生じていない各画素の画素値を移動しながら時間方向に積分した値であるとしてモデル化されて、処理領域の画素の画素値に基づき、処理領域に含まれる動きオブジェクトの動きボケが軽減された動きボケ軽減画像が生成されて、この生成された複数

の動きボケ軽減画像に基づき、動きベクトルが検出される。このため、動きオブジェクトの動きベクトルを精度良く検出できる。

【0012】

また、動きボケの軽減では、処理領域について、動きオブジェクトである前景オブジェクトを構成する前景オブジェクト成分のみからなる前景領域と、背景オブジェクトを構成する背景オブジェクト成分のみからなる背景領域と、前景オブジェクト成分と背景オブジェクト成分とが混合される混合領域が特定されて、混合領域における前景オブジェクト成分と背景オブジェクト成分との混合比に基づいて、画像の少なくとも一部の領域が前景オブジェクトと背景オブジェクトとに分離されて、分離された前景オブジェクトの動きボケが動きベクトルに基づき軽減される。このため、有意情報として抽出した混合比に基づき、動きオブジェクトの成分を分離できるので、分離した動きオブジェクトの成分に基づき精度良く動きボケを軽減できる。

【0013】

また、画像内の画素毎に動きベクトルを検出して、画像内の注目画素の動きベクトルに応じて、この注目画素を含むように処理領域を設定し、注目画素の動きベクトルに基づき、注目画素の動きボケが軽減された画素値が画素単位で出力される。このため、動きオブジェクトの画素毎の動きが異なる場合でも、動きオブジェクトの動きボケを軽減させることができる。

【0014】

また、動きベクトルの検出では、動きボケが軽減されている時間的に連続する少なくとも第1の画像と第2の画像を用いて、第1の画像内の動きオブジェクトの位置に対応する注目画素を設定し、この注目画素を含む第1の画像内の領域と第2の画像とを比較して、第1の画像から第2の画像までの動きオブジェクトの動きベクトルが検出される。このため、動きオブジェクトの動きベクトルを容易に精度良く検出できる。また、第1の画像内の注目画素の画素位置、あるいは検出された動きベクトルに基づき注目画素に対応する第2の画像の画素位置に、動きボケが軽減された動きオブジェクトの画像が出力されるので、動きボケ軽減オブジェクト画像を正しい位置に表示できる。

【0015】

さらに、拡大画像のうちの注目画素に対するクラスタップが動きボケ軽減画像から抽出されて、このクラスタップの画素値に基づきクラスが決定される。また、注目画素に対する予測タップが動きボケ軽減画像から抽出されて、決定されたクラスに対応する予測係数と予測タップとの線形一次結合により注目画素の予測値が生成される。このため、動きボケ軽減画像を用いて動きボケが軽減された高精細な拡大画像を得ることができる。また、拡大画像の生成は動きオブジェクトを基準として行われるので動きオブジェクトを追従しながら、動きオブジェクトの拡大画像を表示できる。

【0016】

また、時間解像度の高い画像のうちの注目画素に対するクラスタップが動きボケ軽減画像から抽出されて、このクラスタップの画素値に基づきクラスが決定される。また、注目画素に対する予測タップが動きボケ軽減画像から抽出されて、決定されたクラスに対応する予測係数と予測タップとの線形一次結合により注目画素の予測値が生成される。このため、動きボケが軽減された時間解像度の高い画像を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

以下、図を参照しながら、この発明の実施の一形態について説明する。図1は、本発明を適用するシステムの構成を示すブロック図である。画像センサ10は、例えば、固体撮像素子であるCCD (Charge-Coupled Device) エリアセンサやMOSエリアセンサを備えたビデオカメラなどで構成されており、現実社会を撮像する。例えば、図2に示すように、画像センサ10と背景に対応するオブジェクトOBbとの間を、前景に対応する動きオブジェクトOBfが矢印A方向に移動するとき、画像センサ10は、前景に対応する動きオブジェクトOBfを背景に対応するオブジェクトOBbと共に撮像する。

【0018】

この画像センサ10は、それぞれが時間積分効果を有する複数の検出素子からなるものであり、入力される光に応じて発生された電荷を検出素子毎に露光期間積分する。すなわち、画像センサ10で光電変換を行い、入力された光を画素単位で電荷に変換して例えば1フレーム期間単位で蓄積を行う。この蓄積された電荷量に応じて画素データを生成して、この画素データを用いて所望のフレームレートの画像データDVaを生成して図1に示す画像処理装置20に供給する。また、画像センサ10にシャッター機能が設けられており、シャッター速度に応じて露光期間を調整して画像データDVaの生成が行われる場合には、露光期間を示す露光期間パラメータHEを画像処理装置20に供給する。この露光期間パラメータHEは、1フレーム期間におけるシャッター開期間を例えば「0～1.0」の値で示したものであり、シャッター機能を使用しないときの値は「1.0」、シャッター期間が1/2フレーム期間であるときの値は「0.5」とされるものである。

【0019】

画像処理装置20は、画像センサ10での時間積分効果によって、画像データDVaに埋もれてしまった有意情報を抽出し、移動する前景に対応する動きオブジェクトObfに生じた時間積分効果による動きボケを、有意情報を利用して軽減させる。なお、画像処理装置20には、動きボケの軽減を行う画像領域を選択するための領域選択情報HAが供給される。

【0020】

図3は、画像データDVaで示される撮像画像を説明するための図である。図3Aは、動いている前景に対応する動きオブジェクトObfと、静止している背景に対応するオブジェクトObbとを撮像して得られる画像を示している。なお、前景に対応する動きオブジェクトObfは、矢印A方向に水平移動しているものとする。

【0021】

図3Bは、図3Aの破線で示すラインLにおける画像と時間の関係を示している。動きオブジェクトObfのラインLにおける移動方向の長さが例えば9画素分であり、1露光期間中に5画素移動する場合、フレーム期間開始時に画素位置P21にあった前端と画素位置P13にあった後端は、それぞれ画素位置P25、P17で露光期間の終了となる。また、シャッター機能が用いられていないとき、1フレームにおける露光期間は1フレーム期間と等しいものとなり、次のフレーム期間開始時に前端が画素位置P26、後端が画素位置P18となる。なお、説明を簡単とするため、特に記載が無い場合はシャッター機能が用いられていないものとして説明を行う。

【0022】

このため、ラインLのフレーム期間において、画素位置P12までと画素位置P26からは、背景成分のみの背景領域となる。また、画素位置P17～P21は、前景成分のみの前景領域となる。画素位置P13～P16と画素位置P22～P25は、背景成分と前景成分が混合された混合領域となる。混合領域は、時間の経過に対応して背景成分が前景に覆い隠されるカバードバックグラウンド領域と、時間の経過に対応して背景成分が現れるアンカバードバックグラウンド領域に分類される。なお、図3Bでは、前景のオブジェクトの進行方向前端側に位置する混合領域がカバードバックグラウンド領域、後端側に位置する混合領域がアンカバードバックグラウンド領域となる。このように、画像データDVaには、前景領域、背景領域、またはカバードバックグラウンド領域若しくはアンカバードバックグラウンド領域を含む画像が含まれることとなる。

【0023】

ここで、1フレームは短時間であり、前景に対応する動きオブジェクトObfは剛体であって等速に移動していると仮定して、図4に示すように、1露光期間における画素値の時間方向分割動作を行い、画素値を仮想分割数で等時間間隔に分割する。

【0024】

仮想分割数は、前景に対応する動きオブジェクトの1フレーム期間内での動き量vなどに対応して設定する。例えば、1フレーム期間内の動き量vが上述のように5画素である

ときは、動き量 v に対応して仮想分割数を「5」に設定して、1 フレーム期間を等時間間隔で5分割する。

【0025】

また、背景に対応するオブジェクト OBb を撮像したときに得られる画素位置 Px の1 フレーム期間の画素値を Bx 、ライン L における長さが9画素分である前景に対応する動きオブジェクト OBf を静止させて撮像したときに各画素で得られる画素値を $F09$ (前端側) ~ $F01$ (後端側) とする。

【0026】

この場合、例えば画素位置 $P15$ の画素値 $DP15$ は、式 (1) で表される。

$$DP15 = B15/v + B15/v + F01/v + F02/v + F03/v \dots (1)$$

【0027】

この画素位置 $P15$ では、背景の成分を2仮想分割時間 (フレーム期間/ v) 含み、前景成分を3仮想分割時間含むので、背景成分の混合比 α は $(2/5)$ である。同様に、例えば画素位置 $P22$ では、背景の成分を1仮想分割時間含み、前景成分を4仮想分割時間含むので、混合比 α は $(1/5)$ である。

【0028】

また、前景に対応する動きオブジェクトが剛体であり、前景の画像が次のフレームにおいて5画素右側に表示されるように等速で移動すると仮定しているので、例えば、画素位置 $P13$ の最初の仮想分割時間における前景の成分 ($F01/v$) は、画素位置 $P14$ における2番目の仮想分割時間における前景の成分、画素位置 $P15$ における3番目の仮想分割時間における前景の成分、画素位置 $P16$ における4番目の仮想分割時間における前景の成分、画素位置 $P17$ における5番目の仮想分割時間における前景の成分と等しくなる。また、画素位置 $P14$ の最初の仮想分割時間における前景の成分 ($F02/v$) から画素位置 $P21$ の最初の仮想分割時間における前景の成分 ($F09/v$) についても、前景の成分 ($F01/v$) と同様である。

【0029】

このため、式 (2) に示すように、混合比 α を用いて各画素位置の画素値 DP を示すこともできる。なお、式 (2) において、「 FE 」は前景の成分の合計値を示している。

$$DP = \alpha \cdot B + FE \dots (2)$$

【0030】

このように、前景の成分が移動することから、1フレーム期間では、異なる前景の成分が加算されるので、動きオブジェクトに対応する前景の領域は、動きボケを含むものとなる。このため、画像処理装置20では、画像データ DVa に埋もれてしまった有意情報として混合比 α を抽出し、この混合比 α を利用して前景に対応する動きオブジェクト OBf の動きボケを軽減させた画像データ $DVout$ を生成する。

【0031】

図5は、画像処理装置20の構成を示すブロック図である。画像処理装置20に供給された画像データ DVa は、動きベクトル検出部30と動きボケ軽減画像生成部40に供給される。また、処理選択情報 HA と露光期間パラメータ HE は、動きベクトル検出部30に供給される。さらに、後述するメモリ55から読み出された画像データ DVm は動きベクトル検出部30に供給される。動きベクトル検出部30は、領域選択情報 HA に基づいて、動きボケ軽減処理を行う処理領域を順次抽出する。さらに、画像データ DVa あるいは画像データ DVm における処理領域の画像データを用いて処理領域内における動きオブジェクトの動きベクトル MV を検出して、動きボケ軽減画像生成部40に供給する。例えば、時間的に連続する少なくとも第1の画像と第2の画像のうち、一方の画像内の動きオブジェクトの位置に対応する注目画素を設定して、この注目画素に対する動きベクトルを第1の画像と第2の画像を用いて検出する。また、処理領域を示す処理領域情報 HZ を生成して、動きボケ軽減画像生成部40に供給する。さらに、前景のオブジェクトの動きに応じて領域選択情報 HA の更新を行い、動きオブジェクトの動きに応じて処理領域を移動させる。

【0032】

動きボケ軽減画像生成部40は、動きベクトルMVと処理領域情報HZと画像データDVaに基づいて領域特定や混合比の算出を行い、算出した混合比を用いて前景成分や背景成分の分離を行う。さらに、分離した前景成分の画像に対して動きボケ調整を行って動きボケ軽減オブジェクト画像の画像データである前景成分画像データDBfを生成する。また、

背景成分画像データDBbに基づく背景画像上に、前景成分画像データDBfに基づく動きボケが軽減された前景領域の画像を合成して動きボケ軽減画像の画像データDVoutを生成する。この画像データDVoutは、メモリ55や画像表示装置（図示せず）に供給される。ここで、動きボケ軽減オブジェクト画像である前景領域の画像は、検出された動きベクトルMVに対応する時空間位置に合成させることで、動きオブジェクトを追従した位置に動きボケの軽減された動きオブジェクトの画像を表示できる。すなわち、時間的に連続する少なくとも第1の画像と第2の画像を用いて動きベクトルを検出したとき、この検出された動きベクトルに対応する一方の画像内の注目画素の位置あるいは他方の画像内の注目画素に対応する位置に、動きボケが軽減された動きオブジェクトの画像を合成する。

【0033】

図6は、動きベクトル検出部30の構成を示すブロック図である。処理選択情報HAは、処理領域設定部31に供給される。また、画像データDVaとメモリ55から読み出された画像データDVmは、画像データ選択部32に供給される。さらに、露光期間パラメータHEは、動きベクトル補正部34に供給される。

【0034】

処理領域設定部31は、領域選択情報HAに基づき、動きボケ軽減処理を行う処理領域を順次抽出して、この処理領域を示す処理領域情報HZを検出部33と動きボケ軽減画像生成部40に供給する。また、後述する検出部33で検出された動きベクトルMVOを利用して領域選択情報HAを更新して、動きボケの軽減を行う画像領域を動きオブジェクトの動きに合わせて追尾させる。

【0035】

画像データ選択部32は、メモリ55から読み出した画像データDVmを用いて動きベクトルMVの検出が可能となるまで画像データDVaを検出部33に供給し、その後、メモリ55から読み出した画像データDVmで動きベクトルの検出が可能となったとき、メモリ55から読み出した画像データDVmを検出部33に供給する。

【0036】

検出部33は、例えば、ブロックマッチング法、勾配法、位相相関法、およびペルリカーシブ法などの手法により、処理領域情報HZで示された処理領域について動きベクトル検出を行い検出した動きベクトルMVを動きベクトル補正部34に供給する。また、検出部33は、領域選択情報HAで示す領域内に設けた例えば追尾点の画像特徴量を算出し、時間方向に複数フレームの画像データを用いることによって追尾点の動きベクトルMVOを算出して処理領域設定部31に供給する。

【0037】

ここで、検出部33が出力する動きベクトルMVは、動き量（ノルム）と動き方向（角度）に対応する情報が含まれている。動き量は、動きオブジェクトに対応する画像の位置変化を表す値である。例えば、前景に対応する動きオブジェクトOBfが、あるフレームを基準として次のフレームにおいて水平方向にmove-x、垂直方向にmove-yだけ移動したとき、動き量は式（3）によって求めることができる。また、動き方向は式（4）によって求めることができる。この動き量と動き方向は、処理領域に対して1対のみ与えられる。

【0038】

【数1】

$$\text{動き量} = \sqrt{(\text{move}-x)^2 + (\text{move}-y)^2} \quad \dots (3)$$

$$\text{動き方向} = \tan^{-1}(\text{move}-x/\text{move}-y) \quad \dots (4)$$

【0039】

動きベクトル補正部34は、露光期間パラメータHEを用いて動きベクトルMVの補正を行う。動きベクトル補正部34に供給された動きベクトルMVは、上述のようにフレーム間の動きベクトルである。しかし、後述する動きボケ軽減画像生成部40で用いる動きベクトルは、フレーム内の動きベクトルを用いて処理を行うことから、シャッター機能が用いられて1フレームにおける露光期間が1フレーム期間よりも短いときに、フレーム間の動きベクトルを用いてしまうと動きボケ軽減を正しく行うことができない。このため、フレーム間の動きベクトルである動きベクトルMVを1フレーム期間に対する露出期間の割合で補正して、動きベクトルMVCとして動きボケ軽減画像生成部40に供給する。

【0040】

図7は、動きボケ軽減画像生成部40の構成を示すブロック図である。領域特定部41は、画像データDVaに基づく表示画像における処理領域情報HZで示された処理領域内の各画素が、前景領域、背景領域、または混合領域のいずれに属するかを示す情報（以下、領域情報と称する）ARを生成して混合比算出部42と前景背景分離部43、および動きボケ調整部44に供給する。

【0041】

混合比算出部42は、画像データDVaおよび領域特定部41から供給された領域情報ARを基に、混合領域において背景成分の混合比 α を算出して、算出した混合比 α を前景背景分離部43に供給する。

【0042】

前景背景分離部43は、領域特定部41から供給された領域情報AR、および混合比算出部42から供給された混合比 α を基に、画像データDVaを前景成分のみから成る前景成分画像データDBeと背景成分のみから成る背景成分画像データDBbに分離して、前景成分画像データDBeを動きボケ調整部44に供給する。

【0043】

動きボケ調整部44は、動きベクトルMVCで示された動き量および領域情報ARを基に、前景成分画像データDBeに含まれる1以上の画素を示す調整処理単位を決定する。調整処理単位は、動きボケ軽減の処理の対象となる1群の画素を指定するデータである。

【0044】

動きボケ調整部44は、前景背景分離部43から供給された前景成分画像、動きベクトル検出部30から供給された動きベクトルMVCおよびその領域情報AR、並びに調整処理単位を基に、前景成分画像データDBeに含まれる動きボケを低減させる。この動きボケを低減させた前景成分画像データDBfを出力部45に供給する。

【0045】

図8は、領域特定部41の構成を示すブロック図である。画像メモリ411は、入力された画像データDVaをフレーム単位で記憶する。画像メモリ411は、処理の対象がフレーム#nであるとき、フレーム#nの2つ前のフレームであるフレーム#n-2、フレーム#nの1つ前のフレームであるフレーム#n-1、フレーム#n、フレーム#nの1つ後のフレームであるフレーム#n+1、およびフレーム#nの2つ後のフレームであるフレーム#n+2を記憶する。

【0046】

静動判定部412は、フレーム#nに対する処理領域情報HZで特定された領域と同一の領域のフレーム#n-2、#n-1、#n+1、#n+2の画像データを画像メモリ411から読み出して、読み出した画像データのフレーム間差分絶対値を算出する。このフレーム間差分絶対値

が予め設定している閾値 Th より大きいかな否かによって、動き部分であるか静止部分であるかを判別し、この判別結果を示す静動判定情報 SM を領域判定部 4 1 3 に供給する。

【0047】

図 9 は、画像メモリ 4 1 1 から読み出した画像データを示している。なお、図 9 は処理領域情報 HZ で特定された領域内における 1 つのラインの画素位置 $P01 \sim P39$ の画像データを読み出した場合を示している。

【0048】

静動判定部 4 1 2 は、連続する 2 フレームの画素毎のフレーム間差分絶対値を求め、フレーム差分絶対値が予め設定している閾値 Th より大きいかな否かを判定し、フレーム間差分絶対値が閾値 Th よりも大きいときは動き、フレーム間差分絶対値が閾値 Th 以下であるときは静止と判定する。

【0049】

領域判定部 4 1 3 は、静動判定部 4 1 2 で得られた判定結果を用いて、処理領域情報 HZ で特定された領域の各画素が、静止領域、カバードバックグラウンド領域、アンカバードバックグラウンド領域、動き領域のいずれに属するか、図 1 0 に示すように領域判定処理を行う。

【0050】

例えば、最初にフレーム $\#n-1$ とフレーム $\#n$ の静動判定の結果が静止である画素を静止領域の画素と判定する。また、フレーム $\#n$ とフレーム $\#n+1$ の静動判定の結果が静止である画素を静止領域の画素と判定する。

【0051】

次に、フレーム $\#n-2$ とフレーム $\#n-1$ の静動判定の結果が静止であり、フレーム $\#n-1$ とフレーム $\#n$ の静動判定の結果が動きである画素をカバードバックグラウンド領域の画素と判定する。また、フレーム $\#n$ とフレーム $\#n+1$ の静動判定の結果が動きであり、フレーム $\#n+1$ とフレーム $\#n+2$ の静動判定の結果が静止である画素をアンカバードバックグラウンド領域の画素と判定する。

【0052】

その後、フレーム $\#n-1$ とフレーム $\#n$ の静動判定の結果とフレーム $\#n$ とフレーム $\#n+1$ の静動判定の結果が共に動きである画素を動き領域の画素と判定する。

【0053】

なお、カバードバックグラウンド領域における動き領域側の画素やアンカバードバックグラウンド領域における動き領域側の画素は、背景成分が含まれていなくとも、カバードバックグラウンド領域やアンカバードバックグラウンド領域と判別されてしまう場合がある。例えば図 9 の画素位置 $P21$ は、フレーム $\#n-2$ とフレーム $\#n-1$ の静動判定の結果が静止であり、フレーム $\#n-1$ とフレーム $\#n$ の静動判定の結果が動きであることから、背景成分が含まれていなくともカバードバックグラウンド領域と判別されてしまう。また、画素位置 $P17$ は、フレーム $\#n$ とフレーム $\#n+1$ の静動判定の結果が動きであり、フレーム $\#n+1$ とフレーム $\#n+2$ の静動判定の結果が静止であることから、背景成分が含まれていなくともアンカバードバックグラウンド領域と判別されてしまう。このため、カバードバックグラウンド領域における動き領域側の画素とアンカバードバックグラウンド領域における動き領域側の画素を動き量領域の画素に補正することで、各画素の領域判定を精度良く行うことができる。このようにして領域判定を行い、各画素が静止領域やカバードバックグラウンド領域、アンカバードバックグラウンド領域、動き領域のいずれかに属するものであるかを示す領域情報 AR を生成して、混合比算出部 4 2 と前景背景分離部 4 3 と動きボケ調整部 4 4 に供給する。

【0054】

なお、領域特定部 4 1 は、アンカバードバックグラウンド領域およびカバードバックグラウンド領域に対応する領域情報に論理和を適用することにより、混合領域に対応する領域情報を生成して、各画素が静止領域や混合領域、動き領域のいずれに属するものであるかを領域情報 AR で示すものとしても良い。

【0055】

図11は、混合比算出部42の構成を示すブロック図である。推定混合比処理部421は、画像データDVaを基にカバードバックグラウンド領域に対応する演算を行い画素毎に推定混合比 α_c を算出して、この算出した推定混合比 α_c を混合比決定部423に供給する。また、推定混合比処理部422は、画像データDVaを基にアンカバードバックグラウンド領域に対応する演算を行い画素毎に推定混合比 α_u を算出して、この算出した推定混合比 α_u を混合比決定部423に供給する。

【0056】

混合比決定部423は、推定混合比処理部421、422から供給された推定混合比 α_c 、 α_u と領域特定部41から供給された領域情報ARに基づいて、背景成分の混合比 α を設定する。混合比決定部423は、対象となる画素が動き領域に属する場合、混合比 α を「 $\alpha=0$ 」に設定する。また、対象となる画素が静止領域に属する場合、混合比 α を「 $\alpha=1$ 」に設定する。対象となる画素がカバードバックグラウンド領域に属する場合、推定混合比処理部421から供給された推定混合比 α_c を混合比 α に設定し、対象となる画素がアンカバードバックグラウンド領域に属する場合、推定混合比処理部422から供給された推定混合比 α_u を混合比 α に設定する。この設定した混合比 α を前景背景分離部43に供給する。

【0057】

ここで、フレーム期間が短く、前景に対応する動きオブジェクトが剛体でフレーム期間内に等速で動いていると仮定できると、混合領域に属する画素の混合比 α は、画素の位置の変化に対応して、直線的に変化する。このような場合、理想的な混合比 α の混合領域における傾き θ は、図12に示すように、前景に対応する動きオブジェクトのフレーム期間内における動き量 v の逆数として表すことができる。すなわち、静止領域における混合比 α は「1」、動き領域における混合比 α は「0」の値を有し、混合領域では「0」から「1」の範囲で変化する。

【0058】

図9に示すカバードバックグラウンド領域の画素位置P24の画素値DP24は、フレーム#n-1における画素位置P24の画素値をB24としたとき式(5)として表すことができる。

【0059】

【数2】

$$DP24 = 3B24/v + F08/v + F09/v$$

$$= 3/v \cdot B24 + \sum_{i=08}^{09} Fi/v \quad \dots (5)$$

【0060】

この画素値DP24では、画素値DP24の中に背景成分が $(3/v)$ 含まれることから動き量 v が「 $v=5$ 」のとき混合比 α は「 $\alpha=(3/5)$ 」となる。

【0061】

すなわち、カバードバックグラウンド領域における画素位置Pgの画素値Dgcは、式(6)として示すことができる。なお「Bg」は、フレーム#n-1における画素位置Pgの画素値、「FEg」は画素位置Pgにおける前景成分の合計を示している。

$$Dgc = \alpha_c \cdot Bg + FEg \quad \dots (6)$$

【0062】

また、画素値Dgcの画素位置におけるフレーム#n+1における画素値をFgとして、この画素位置における (Fg/v) がそれぞれ等しいものとする、 $FEg = (1 - \alpha_c) Fg$ となる。すなわち、式(6)は式(7)として示すことができる。

$$Dgc = \alpha_c \cdot Bg + (1 - \alpha_c) Fg \quad \dots (7)$$

【0063】

この式 (7) を変形すると式 (8) となる。

$$\alpha c = (Dgc - Fg) / (Bg - Fg) \quad \dots (8)$$

【0064】

式 (8) において、Dgc, Bg, Fgは既知であることから、推定混合比処理部 421 は、カバードバックグランド領域の画素に対して、フレーム #n-1, #n, #n+1の画素値を用いて推定混合比 αc を求めることができる。

【0065】

アンカバードバックグランド領域についても、カバードバックグランド領域と同様に、アンカバードバックグランド領域の画素値を DPu とすると、式 (9) を得ることができる。

$$\alpha u = (Dgu - Bg) / (Fg - Bg) \quad \dots (9)$$

【0066】

式 (9) においても、Dgu, Bg, Fgは既知であることから、推定混合比処理部 422 は、アンカバードバックグランド領域の画素に対して、フレーム #n-1, #n, #n+1の画素値を用いて推定混合比 αu を求めることができる。

【0067】

混合比決定部 423 は、領域情報 AR が静止領域であることを示しているとき混合比 α を「 $\alpha = 1$ 」、動き領域であることを示しているとき混合比 α を「 $\alpha = 0$ 」として出力する。また、カバードバックグランド領域であることを示しているときは、推定混合比処理部 421 で算出した推定混合比 αc 、アンカバードバックグランド領域であることを示しているときは、推定混合比処理部 422 で算出した推定混合比 αu をそれぞれ混合比 α として出力する。

【0068】

図 13 は、前景背景分離部 43 の構成を示すブロック図である。前景背景分離部 43 に供給された画像データ DVa と領域特定部 41 から供給された領域情報 AR は、分離部 431、スイッチ部 432、およびスイッチ部 433 に供給される。混合比算出部 42 から供給された混合比 α は、分離部 431 に供給される。

【0069】

分離部 431 は、領域情報 AR に基づき、画像データ DVa からカバードバックグランド領域とアンカバードバックグランド領域の画素のデータを分離する。この分離したデータと混合比 α に基づき動きを生じた前景のオブジェクトの成分と静止している背景の成分を分離して、前景のオブジェクトの成分である前景成分を合成部 434 に供給し、背景成分を合成部 435 に供給する。

【0070】

例えば、図 9 のフレーム #n において、画素位置 P22~P25 はカバードバックグランド領域に属する領域であり、それぞれの画素位置 P22~P25 における混合比を混合比 $\alpha 22 \sim \alpha 25$ とすると、画素位置 P22 の画素値 DP22 は、フレーム #n-1 における画素位置 P22 の画素値を「B22j」とした場合、式 (10) で表される。

$$\begin{aligned} DP22 &= B22/v + F06/v + F07/v + F08/v + F09/v \\ &= \alpha 22 \cdot B22j + F06/v + F07/v + F08/v + F09/v \quad \dots (10) \end{aligned}$$

【0071】

このフレーム #n における画素位置 P22 の前景成分 FE22 は、式 (11) で表すことができる。

$$FE22 = F06/v + F07/v + F08/v + F09/v = DP22 - \alpha 22 \cdot B22j \quad \dots (11)$$

【0072】

すなわち、フレーム #n におけるカバードバックグランド領域の画素位置 Pg の前景成分 FEgc は、フレーム #n-1 における画素位置 Pg の画素値を「Bgj」としたとき、式 (12) を用いて求めることができる。

$$FEgc = DPg - \alpha c \cdot Bgj \quad \dots (12)$$

【0073】

また、アンカバードバックグラウンド領域における前景成分 $F E_{gu}$ も、カバードバックグラウンド領域における前景成分 $F E_{gc}$ と同様にして求めることができる。

【0074】

例えば、フレーム $\#n$ において、アンカバードバックグラウンド領域内の画素位置 $P16$ の画素値 $D P16$ は、フレーム $\#n+1$ における画素位置 $P16$ の画素値を「 $B16k$ 」としたとき、式 (13) で表される。

$$D P16 = B16/v + F01/v + F02/v + F03/v + F04/v \\ = \alpha 16 \cdot B16k + F01/v + F02/v + F03/v + F04/v \quad \dots (13)$$

【0075】

このフレーム $\#n$ における画素位置 $P16$ の前景成分 $F E16$ は、式 (14) で表すことができる。

$$F E16 = F01/v + F02/v + F03/v + F04/v = D P16 - \alpha 16 \cdot B16k \quad \dots (14)$$

【0076】

すなわち、フレーム $\#n$ におけるアンカバードバックグラウンド領域の画素位置 P_{gu} の前景成分 $F E_{gu}$ は、フレーム $\#n+1$ における画素位置 P_g の画素値を「 B_{gk} 」としたとき、式 (15) を用いて求めることができる。

$$F E_{gu} = D P_g - \alpha_u \cdot B_k \quad \dots (15)$$

【0077】

このように、分離部 431 は、画像データ $D V_a$ と領域特定部 41 で生成された領域情報 $A R$ と混合比算出部で算出された混合比 α を用いて、前景成分と背景成分を分離できる。

【0078】

スイッチ部 432 は、領域情報 $A R$ に基づいてスイッチ制御を行い、画像データ $D V_a$ から動き領域の画素のデータを選択して合成部 434 に供給する。スイッチ部 433 は、領域情報 $A R$ に基づいてスイッチ制御を行い、画像データ $D V_a$ から静止領域の画素のデータを選択して合成部 435 に供給する。

【0079】

合成部 434 は、分離部 431 から供給された前景のオブジェクトの成分とスイッチ部 432 から供給された動き領域のデータを用いて、前景成分画像データ $D B_e$ を合成して、動きボケ調整部 44 に供給する。また、合成部 434 は、前景成分画像データ $D B_e$ の生成処理の最初に行われる初期化において、内蔵しているフレームメモリに全ての画素値が 0 である初期データを格納し、この初期データに画像データを上書きする。従って、背景領域に対応する部分は初期データの状態とされる。

【0080】

合成部 435 は、分離部 431 から供給された背景の成分とスイッチ部 433 から供給された静止領域のデータを用いて、背景成分画像データ $D B_b$ を合成して出力部 45 に供給する。また、合成部 435 は、背景成分画像データ $D B_b$ の生成処理の最初に行われる初期化において、内蔵しているフレームメモリに全ての画素値が 0 である画像を格納し、この初期データに画像データを上書きする。従って、前景領域に対応する部分は初期データの状態とされる。

【0081】

図 14 は、動きボケ調整部 44 の構成を示すブロック図である。動きベクトル検出部 30 から供給された動きベクトル $M V C$ は、調整処理単位決定部 441 とモデル化部 442 に供給される。領域特定部 41 から供給された領域情報 $A R$ は、調整処理単位決定部 441 に供給される。また、前景背景分離部 43 から供給された前景成分画像データ $D B_e$ は、足し込み部 444 に供給される。

【0082】

調整処理単位決定部 441 は、領域情報 $A R$ と動きベクトル $M V C$ に基づき、前景成分画像のカバードバックグラウンド領域からアンカバードバックグラウンド領域までの動き方向に並ぶ連続する画素を調整処理単位として設定する。または、アンカバードバックグラウン

ド領域からカバーバックグラウンド領域までの動き方向に並ぶ連続する画素を調整処理単位として設定する。この設定した調整処理単位を示す調整処理単位情報HCをモデル化部442と足し込み部444に供給する。図15は、調整処理単位を示しており、例えば図9におけるフレーム#nの画素位置P13～P25を調整処理単位とした場合を示している。なお、調整処理単位決定部441では、動き方向が水平方向や垂直方向と異なる場合、アフィン変換を行って動き方向を水平方向や垂直方向に変換することで、動き方向が水平方向や垂直方向の場合と同様に処理することができる。

【0083】

モデル化部442は、動きベクトルMVCおよび設定された調整処理単位情報HCを基に、モデル化を実行する。このモデル化では、調整処理単位に含まれる画素の数、画像データDVaの時間方向の仮想分割数、および画素毎の前景成分の数に対応する複数のモデルを予め記憶しておき、調整処理単位、および画素値の時間方向の仮想分割数を基に、画像データDVaと前景の成分との対応を指定するモデルMDを選択するようにしても良い。

【0084】

モデル化部442は、選択したモデルMDを方程式生成部443に供給する。方程式生成部443は、モデル化部442から供給されたモデルMDを基に方程式を生成する。調整処理単位を上述のようにフレーム#nの画素位置P13～P25として、動き量vが「5画素」で仮想分割数を「5」としたとき、調整処理単位内の画素位置C01における前景成分FE01や画素位置C02～C13における前景成分FE02～FE13は、式(16)～(28)で示すことができる。

【0085】

$$\begin{aligned}
 FE01 &= F01/v & \dots (16) \\
 FE02 &= F02/v + F01/v & \dots (17) \\
 FE03 &= F03/v + F02/v + F01/v & \dots (18) \\
 FE04 &= F04/v + F03/v + F02/v + F01/v & \dots (19) \\
 FE05 &= F05/v + F04/v + F03/v + F02/v + F01/v & \dots (20) \\
 FE06 &= F06/v + F05/v + F04/v + F03/v + F02/v & \dots (21) \\
 FE07 &= F07/v + F06/v + F05/v + F04/v + F03/v & \dots (22) \\
 FE08 &= F08/v + F07/v + F06/v + F05/v + F04/v & \dots (23) \\
 FE09 &= F09/v + F08/v + F07/v + F06/v + F05/v & \dots (24) \\
 FE10 &= F09/v + F08/v + F07/v + F06/v & \dots (25) \\
 FE11 &= F09/v + F08/v + F07/v & \dots (26) \\
 FE12 &= F09/v + F08/v & \dots (27) \\
 FE13 &= F09/v & \dots (28)
 \end{aligned}$$

【0086】

方程式生成部443は、生成した方程式を変形して新たな方程式を生成する。方程式生成部443が生成する方程式を、式(29)～式(41)に示す。

$$\begin{aligned}
 FE01 &= 1 \cdot F01/v + 0 \cdot F02/v + 0 \cdot F03/v + 0 \cdot F04/v + 0 \cdot F05/v \\
 &\quad + 0 \cdot F06/v + 0 \cdot F07/v + 0 \cdot F08/v + 0 \cdot F09/v \quad \dots (29) \\
 FE02 &= 1 \cdot F01/v + 1 \cdot F02/v + 0 \cdot F03/v + 0 \cdot F04/v + 0 \cdot F05/v \\
 &\quad + 0 \cdot F06/v + 0 \cdot F07/v + 0 \cdot F08/v + 0 \cdot F09/v \quad \dots (30) \\
 FE03 &= 1 \cdot F01/v + 1 \cdot F02/v + 1 \cdot F03/v + 0 \cdot F04/v + 0 \cdot F05/v \\
 &\quad + 0 \cdot F06/v + 0 \cdot F07/v + 0 \cdot F08/v + 0 \cdot F09/v \quad \dots (31) \\
 FE04 &= 1 \cdot F01/v + 1 \cdot F02/v + 1 \cdot F03/v + 1 \cdot F04/v + 0 \cdot F05/v \\
 &\quad + 0 \cdot F06/v + 0 \cdot F07/v + 0 \cdot F08/v + 0 \cdot F09/v \quad \dots (32) \\
 FE05 &= 1 \cdot F01/v + 1 \cdot F02/v + 1 \cdot F03/v + 1 \cdot F04/v + 1 \cdot F05/v \\
 &\quad + 0 \cdot F06/v + 0 \cdot F07/v + 0 \cdot F08/v + 0 \cdot F09/v \quad \dots (33) \\
 FE06 &= 0 \cdot F01/v + 1 \cdot F02/v + 1 \cdot F03/v + 1 \cdot F04/v + 1 \cdot F05/v \\
 &\quad + 1 \cdot F06/v + 0 \cdot F07/v + 0 \cdot F08/v + 0 \cdot F09/v \quad \dots (34)
 \end{aligned}$$

$$FE07 = 0 \cdot F01/v+0 \cdot F02/v+1 \cdot F03/v+1 \cdot F04/v+1 \cdot F05/v \\ +1 \cdot F06/v+1 \cdot F07/v+0 \cdot F08/v+0 \cdot F09/v \quad \dots (35)$$

$$FE08 = 0 \cdot F01/v+0 \cdot F02/v+0 \cdot F03/v+1 \cdot F04/v+1 \cdot F05/v \\ +1 \cdot F06/v+1 \cdot F07/v+1 \cdot F08/v+0 \cdot F09/v \quad \dots (36)$$

$$FE09 = 0 \cdot F01/v+0 \cdot F02/v+0 \cdot F03/v+0 \cdot F04/v+1 \cdot F05/v \\ +1 \cdot F06/v+1 \cdot F07/v+1 \cdot F08/v+1 \cdot F09/v \quad \dots (37)$$

$$FE10 = 0 \cdot F01/v+1 \cdot F02/v+0 \cdot F03/v+0 \cdot F04/v+0 \cdot F05/v \\ +1 \cdot F06/v+1 \cdot F07/v+1 \cdot F08/v+1 \cdot F09/v \quad \dots (38)$$

$$FE11 = 0 \cdot F01/v+0 \cdot F02/v+0 \cdot F03/v+0 \cdot F04/v+0 \cdot F05/v \\ +0 \cdot F06/v+1 \cdot F07/v+1 \cdot F08/v+1 \cdot F09/v \quad \dots (39)$$

$$FE12 = 0 \cdot F01/v+0 \cdot F02/v+0 \cdot F03/v+0 \cdot F04/v+0 \cdot F05/v \\ +0 \cdot F06/v+0 \cdot F07/v+1 \cdot F08/v+1 \cdot F09/v \quad \dots (40)$$

$$FE13 = 0 \cdot F01/v+0 \cdot F02/v+0 \cdot F03/v+0 \cdot F04/v+0 \cdot F05/v \\ +0 \cdot F06/v+0 \cdot F07/v+0 \cdot F08/v+1 \cdot F09/v \quad \dots (41)$$

この式(29)～(41)は、式(42)として表すこともできる。

【0087】

【数3】

$$FEj = \sum_{i=01}^{09} a_{ij} \cdot Fi/v \quad \dots (42)$$

【0088】

式(42)において、jは調整処理単位内の画素位置を示す。この例において、jは1～13のいずれか1つの値を有する。また、iは、前景の成分の位置を示す。この例において、iは、1～5のいずれか1つの値を有する。a_{ij}は、iおよびjの値に対応して、0または1の値を有する。

【0089】

ここで、誤差を考慮すると、式(42)は、式(43)のように表すことができる。

【0090】

【数4】

$$FEj = \sum_{i=01}^{09} a_{ij} \cdot Fi/v + e_j \quad \dots (43)$$

【0091】

式(43)において、e_jは、注目画素C_jに含まれる誤差である。この式(43)は、式(44)に書き換えることができる。

【0092】

【数5】

$$e_j = FEj - \sum_{i=01}^{09} a_{ij} \cdot Fi/v \quad \dots (44)$$

【0093】

ここで、最小自乗法を適用するため、誤差の二乗和Eを式(45)に示すように定義する。

【0094】

【数6】

$$E = \sum_{j=01}^{13} e_j^2 \quad \dots (45)$$

【0095】

誤差が最小になるためには、誤差の二乗和Eに対する変数Fkによる偏微分の値が0になればよいことから、式(46)を満たすようにFkを求める。

【0096】

【数7】

$$\begin{aligned} \frac{\partial E}{\partial Fk} &= 2 \cdot \sum_{j=01}^{13} e_j \cdot (\partial e_j / \partial Fk) \\ &= 2 \cdot \sum_{j=01}^{13} ((F E_j - \sum_{i=01}^{09} a_{ij} \cdot F_i / v) \cdot (-a_{kj} / v)) = 0 \end{aligned} \quad \dots (46)$$

【0097】

式(46)において、動き量vは固定値であるから、式(47)を導くことができる。

【0098】

【数8】

$$\sum_{j=01}^{13} a_{kj} \cdot \sum_{j=01}^{13} (F E_j - \sum_{i=01}^{09} a_{ij} \cdot F_i / v) = 0 \quad \dots (47)$$

【0099】

式(47)を展開して移項すると、式(48)を得る。

【0100】

【数9】

$$\sum_{j=01}^{13} (a_{kj} \cdot \sum_{i=01}^{09} a_{ij} \cdot F_i) = v \cdot \sum_{j=01}^{13} a_{kj} \cdot F E_j \quad \dots (48)$$

【0101】

この式(48)のkに、1～9の整数のいずれか1つを代入して得られる9つの式に展開する。さらに、得られた9つの式を、行列により1つの式により表すことができる。この式を正規方程式と呼ぶ。

【0102】

このような最小自乗法に基づく、方程式生成部443が生成する正規方程式の例を式(49)に示す。

【0103】

【数10】

$$\begin{bmatrix} 5 & 4 & 3 & 2 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 4 & 5 & 4 & 3 & 2 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 3 & 4 & 5 & 4 & 3 & 2 & 1 & 0 & 0 \\ 2 & 3 & 4 & 5 & 4 & 3 & 2 & 1 & 0 \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 4 & 3 & 2 & 1 \\ 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 4 & 3 & 2 \\ 0 & 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 4 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 4 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} F01 \\ F02 \\ F03 \\ F04 \\ F05 \\ F06 \\ F07 \\ F08 \\ F09 \end{bmatrix} = v \cdot \begin{bmatrix} \sum_{i=01}^{05} F E i \\ \sum_{i=02}^{06} F E i \\ \sum_{i=03}^{07} F E i \\ \sum_{i=04}^{08} F E i \\ \sum_{i=05}^{09} F E i \\ \sum_{i=06}^{10} F E i \\ \sum_{i=07}^{11} F E i \\ \sum_{i=08}^{12} F E i \\ \sum_{i=09}^{13} F E i \end{bmatrix}$$

... (49)

【0104】

この式(49)を $A \cdot F = v \cdot FE$ と表すと、 A 、 v はモデル化の時点で既知である。また、 FE は足し込み動作において画素値を入力することで既知となり、 F が未知である。

【0105】

このように、最小自乗法に基づく正規方程式により前景成分 F を算出することにより、画素値 FE に含まれている誤差を分散させることができる。方程式生成部443は、このように生成された正規方程式を足し込み部444に供給する。

【0106】

足し込み部444は、調整処理単位決定部441から供給された調整処理単位情報 HC を基に、前景成分画像データ DBe を、方程式生成部443から供給された行列の式に設定する。さらに、足し込み部444は、画像データの設定なされた行列式を演算部445に供給する。

【0107】

演算部445は、掃き出し法 (Gauss-Jordanの消去法) などの解法に基づく処理により、動きボケが軽減された前景成分 Fi/v を算出して、動きボケが軽減された前景の画素値

F01～F09を生成する。この生成した画素値F01～F09は、前景成分画像の位置を変化させないため、調整処理単位を中心を基準として画素値F01～F09の画像位置を設定して、例えば1フレーム期間の1/2の位相で出力部45に供給する。すなわち、図16に示すように、画素値F01～F09を画素位置C03～C11の画像データとして、動きボケの軽減された前景成分画像の画像データDVafcを1フレーム期間の1/2のタイミングで出力部45に供給する。

【0108】

また、演算部445をフィルタ化して、画素値を入力して動きボケが軽減された画素値を出力するものとすれば、リアルタイムで画素値F01～F09を算出できる。この場合、画素値の出力は、上述のように調整処理単位を中心を基準として1フレーム期間の1/2の位相とする。

【0109】

なお、演算部445は、画素値が偶数個のとき、例えば画素値F01～F08を求めたときは、中央の2つの画素値F04、F05の何れかを調整処理単位を中心として出力する。また、シャッター動作が行われて1フレームにおける露光期間が1フレーム期間よりも短いときには、露光期間の1/2の位相で出力部45に供給する。

【0110】

出力部45は、前景背景分離部43から供給された背景成分画像データDBbに、動きボケ調整部44から供給された前景成分画像データDBfを合成して画像データDVoutを生成して出力する。また、生成した画像データDVoutをメモリ55に供給する。ここで、動きボケの軽減された前景成分画像は、動きベクトル検出部30で検出された動きベクトルMVCに対応する時空間位置に合成する。すなわち、動きベクトルMVに応じて設定された処理領域情報HZによって示された位置に動きボケの軽減された前景成分画像を合成することで、動きボケの軽減された前景成分画像を動きボケ調整前の画像位置に正しく表示できる。

【0111】

メモリ55は、出力部45から供給された動きボケ軽減画像の画像データDVoutを記憶する。また、記憶している画像データを画像データDVmとして、動きベクトル検出部30に供給する。

【0112】

このようにして、画像内の動きオブジェクトの動きボケが軽減されている動きボケ軽減画像を生成して、この動きボケ軽減画像を用いて動きベクトルを検出することから、画像センサ10からの画像データDVaに基づく画像に動きボケを生じていても、この動きボケによる影響を少なくして動きオブジェクトの動きベクトルを精度良く検出できる。

【0113】

また、画像内の処理領域では、動きオブジェクトに対応する動きボケが生じていない各画素の画素値が動きベクトルに対応して移動しながら時間方向に積分された値であるとしてモデル化して、前景オブジェクト成分と背景オブジェクト成分との混合比を有意情報として抽出することができ、この有意情報を利用して動きオブジェクトの成分を分離して、分離した動きオブジェクトの成分に基づき精度良く動きボケを軽減させることができる。

【0114】

さらに、注目画素あるいは動きベクトルに基づき注目画素に対応する位置に動きボケが軽減された動きオブジェクトの画像が出力されるので、動きオブジェクトの画像を正しい位置に表示できる。

【0115】

ところで、動きボケの軽減は、ソフトウェアを用いても実現できる。図17は、画像処理装置の他の構成としてソフトウェアで動きボケ軽減を行う場合を示している。CPU (Central Processing Unit) 61は、ROM (Read Only Memory) 62、または記憶部63に記憶されているプログラムに従って各種の処理を実行する。この記憶部63は、例えばハードディスクなどで構成され、CPU61が実行するプログラムや各種のデータを記

憶する。RAM (Random Access Memory) 64 には、CPU 61 が実行するプログラムや各種の処理を行う際に用いられるデータ等が適宜記憶される。これらの CPU 61、ROM 62、記憶部 63 および RAM 64 は、バス 65 により相互に接続されている。

【0116】

CPU 61 には、バス 65 を介して、入力インタフェース部 66 や出力インタフェース部 67、通信部 68、ドライブ 69 が接続されている。入力インタフェース部 66 には、キーボードやポインティングデバイス (例えばマウス等)、マイクロホンなどの入力装置が接続される。また、出力インタフェース部 67 には、ディスプレイ、スピーカなどの出力装置が接続されている。CPU 61 は、入力インタフェース部 66 から入力される指令に対応して各種の処理を実行する。そして、CPU 61 は、処理の結果得られた画像や音声等を出力インタフェース部 67 から出力する。通信部 68 は、インターネット、その他のネットワークを介して外部の装置と通信する。この通信部 68 は画像センサ 10 から出力された画像データ D Va の取り込みや、プログラムの取得等に用いられる。ドライブ 69 は、磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク、半導体メモリなどが装着されたとき、それらを駆動し、そこに記録されているプログラムやデータなどを取得する。取得されたプログラムやデータは、必要に応じて記憶部 63 に転送され、記憶される。

【0117】

次に、図 18 のフローチャートを参照して、画像処理装置の動作について説明する。ステップ ST 1 において、CPU 61 は、画像センサ 10 によって生成された画像データ D Va を、入力部や通信部等を介して取得し、この取得した画像データ D Va を記憶部 63 に記憶させる。

【0118】

ステップ ST 2 で CPU 61 は、動きボケ軽減画像を用いて動きベクトルの検出が可能であるか否かを判別する。ここで、記憶部 63 や RAM 64 に、動きボケ軽減画像の画像データが動きベクトルの検出に必要なとされるフレーム数分だけ記憶されておらず、動きボケ軽減画像の画像データを用いた動きベクトルの検出が出来ないときにはステップ ST 3 に進む。また、動きボケ軽減画像の画像データが動きベクトルの検出に必要なとされるフレーム数分記憶されており、この記憶されている画像データを用いて動きベクトルの検出が出来るときはステップ ST 4 に進む。

【0119】

ステップ ST 3 で CPU 61 は、ステップ ST 1 で取得した画像データ D Va を動きベクトル検出用データに設定してステップ ST 5 に進む。また、ステップ ST 4 で CPU 61 は、記憶されている動きボケ軽減画像の画像データ D V m を動きベクトル検出用データに設定してステップ ST 5 に進む。

【0120】

ステップ ST 5 で CPU 61 は、外部からの指示を受けて処理領域を決定する。

【0121】

ステップ ST 6 で CPU 61 は、動きベクトル検出用データを用いて、ステップ ST 5 で決定された処理領域における前景に対応する動きオブジェクト O B f の動きベクトルを検出する。

【0122】

ステップ ST 7 で CPU 61 は、露光期間パラメータを取得してステップ ST 8 に進み、ステップ ST 6 で検出した動きベクトルを露光期間パラメータに応じて補正してステップ ST 9 に進む。

【0123】

ステップ ST 9 で CPU 61 は、動きボケ軽減オブジェクト画像生成処理を行い、動きオブジェクト O B f の動きボケを軽減させた画像データを生成する。図 19 は、動きボケ軽減オブジェクト画像生成処理を示すフローチャートである。

【0124】

ステップ ST 15 で CPU 61 は、ステップ ST 5 で決定された処理領域について領域

特定処理を行い、決定された処理領域内の画素が、背景領域、前景領域、カバードバックグラウンド領域、アンカバードバックグラウンド領域のいずれに属するか判別して領域情報を生成する。この領域情報の生成では、処理の対象がフレーム# n であるとき、フレーム# $n-2$ 、# $n-1$ 、# n 、# $n+1$ 、# $n+2$ の画像データを用いてフレーム間差分絶対値を算出する。このフレーム間差分絶対値が予め設定している閾値 Th より大きいかな否かによって、動き部分であるか静止部分であるかを判別し、この判別結果に基づいて領域の判別を行い領域情報を生成する。

【0125】

ステップST16でCPU61は、混合比算出処理を行い、ステップST15で生成した領域情報を用いて、背景成分が含まれる割合を示す混合比 α を処理領域内の各画素について算出しステップST17に進む。この混合比 α の算出では、カバードバックグラウンド領域やアンカバードバックグラウンド領域の画素に対して、フレーム# $n-1$ 、# n 、# $n+1$ の画素値を用いて推定混合比 α_c を求める。また、背景領域は混合比 α を「1」、前景領域は混合比 α を「0」とする。

【0126】

ステップST17でCPU61は、前景背景分離処理を行い、ステップST15で生成した領域情報とステップST16で算出した混合比 α に基づき、前景成分のみから成る前景成分画像データと、背景成分のみから成る背景成分画像データとに処理領域内の画像データを分離する。すなわち、フレーム# n におけるカバードバックグラウンド領域については上述の式(12)、アンカバードバックグラウンド領域については上述の式(15)の演算を行い前景成分を求めて、前景成分画像データと背景成分のみから成る背景成分画像データに分離する。

【0127】

ステップST18でCPU61は、動きボケ調整処理を行い、ステップST8で得られた補正後の動きベクトルとステップST15で生成した領域情報を基に、前景成分画像データに含まれる1以上の画素を示す調整処理単位を決定して、ステップST17で分離した前景成分画像データに含まれる動きボケを低減させる。すなわち、動きベクトルMVCと処理領域情報HZと領域情報ARに基づき調整処理単位を設定して、この動きベクトルMVCおよび設定された調整処理単位を基に、モデル化を実行して正規方程式を作成する。この作成した正規方程式に画像データを設定して、掃き出し法(Gauss-Jordanの消去法)などの解法に基づく処理を行い、動きボケ軽減オブジェクト画像の画像データ、すなわち動きボケが軽減された前景成分画像データを生成する。

【0128】

ステップST10でCPU61は、処理結果の出力処理を行い、ステップST17で分離した背景成分画像データに基づく画像上のステップST8で得られた動きベクトルに対応する時空間位置に、ステップST18で生成した動きボケの軽減されている前景成分画像データを合成して、処理結果である動きボケ軽減画像の画像データDVoutを生成して出力する。

【0129】

ステップST11でCPU61は、動きボケの軽減処理を終了するか否かを判別する。ここで、次のフレームの画像について動きボケの軽減処理を行うときには、ステップST2に戻り、動きボケの軽減処理を行わないときは処理を終了する。このように、ソフトウェアによっても、動きボケの軽減処理を行うことができる。

【0130】

また、上述の実施の形態では、動きボケを軽減させるオブジェクトの動きベクトルを求めるとともに、動きボケを軽減させるオブジェクトが含まれる処理領域を、静止領域と動き領域と混合領域等に区分して、動き領域と混合領域の画像データを用いて動きボケを軽減させる処理を行うものであるが、画素毎に動きベクトルを求めて動きボケ軽減画像生成処理を行うものとすれば、前景・背景・混合領域を特定せず動きボケの軽減を行うことができる。

【0131】

この場合、動きベクトル検出部30では、注目画素の動きベクトルを求めて動きボケ軽減画像生成部40に供給する。また、注目画素の画素位置を示す処理領域情報HDを出力部に供給する。

【0132】

図20は、前景・背景・混合領域を特定せず動きボケを軽減できる動きボケ軽減画像生成部の構成を示している。動きボケ軽減画像生成部40aの処理領域設定部48は、動きボケを軽減させる画像上の注目画素に対して、この注目画素に対する動きベクトルの動き方向に合わせて処理領域を設定して演算部49に通知する。また、注目画素の位置を出力部45aに供給する。図21は処理領域を示しており、注目画素を中心として動き方向に $(2N+1)$ 画素分の処理領域を設定する。図22は処理領域の設定例を示しており、動きボケを軽減させる動きオブジェクトOBfの画素に対して動きベクトルの方向が例えば矢印Bで示すように水平方向である場合は、図22Aに示すように水平方向に処理領域WAを設定する。また、動きベクトルの方向が斜め方向である場合は、図22Bに示したように、該当する角度方向に処理領域WAを設定する。ただし、斜め方向に処理領域を設定する際には、処理領域の画素位置に相当する画素値を、補間等によって求める。

【0133】

ここで、処理領域内では、図23に示すように、実世界変数 $(Y-8, \dots, Y0, \dots, Y8)$ が時間混合されている。なお、図23は、動き量 v が「 $v=5$ 」であって処理領域を13画素 $(N=6: N$ は注目画素に対する処理幅の画素数)とした場合である。

【0134】

この処理領域に対して実世界推定を行い、推定した実世界の中心画素変数 $Y0$ に対応する画素値 $DQ0$ を、注目画素の画素データとして出力する。この画素値 $DQ0$ の出力も処理領域の中心を基準として出力する。

【0135】

処理領域を構成する画素位置を画素位置 $Q-N, Q-N+1, \dots, Q0, \dots, QN-1, QN$ とすると、式(50)に示すような $(2N+1)$ 個の混合式が成立する。なお、画素値 DQt は、画素位置 Qt の画素値を示している。また、定数 u は、動き量 v を $1/2$ 倍したときの整数部分の値(少数点以下を切り捨てた値)を示している。

【0136】

【数11】

$$\sum_{i=-t-u}^{t+u} Y_i = DQt \quad \dots (50)$$

【0137】

$$(t = -N, \dots, 0, \dots, N)$$

【0138】

しかし、求めたい実世界変数 $(Y-N-u, \dots, Y0, \dots, YN+u)$ は、 $(2N+v)$ 個ある。すなわち、変数の数よりも式の数が少ないので、式(50)に基づき実世界変数 $(Y-N-u, \dots, Y0, \dots, YN+u)$ を求めることができない。

【0139】

そこで、空間相関を用いた拘束式である式(51)を用いることで、実世界変数よりも式の数を増やし、最小自乗法を用いて、実世界変数の値を求める。

$$Y_t - Y_{t+1} = 0 \quad (t = -N-u, \dots, 0, \dots, N+u-1) \quad \dots (51)$$

【0140】

すなわち、式(50)で表される $(2N+1)$ 個の混合式と式(51)で表される $(2N+u-1)$ 個の拘束式を合わせた $(4N+v)$ 個の式を用いて、 $(2N+v)$ 個の未知変数である実世界変数 $(Y-N-u, \dots, Y0, \dots, YN+u)$ を求める。

【0147】

【数14】

$$\begin{aligned}
 E &= (A \cdot Y - DQ)^T (A \cdot Y - DQ) \\
 &= Y^T \cdot A^T \cdot A \cdot Y - 2 \cdot Y^T \cdot A^T \cdot DQ + DQ^T \cdot DQ \\
 &\dots (55)
 \end{aligned}$$

$$\frac{\partial E}{\partial Y} = 2(A^T \cdot A \cdot Y - A^T \cdot DQ) = 0 \quad \dots (56)$$

【0148】

この式(54)を解くことにより、実世界変数($Y-N-u, \dots, Y0, \dots, YN+u$)をそれぞれ求めることができ、中心画素変数 $Y0$ の画素値を注目画素の画素値として出力する。このような処理を処理領域内の全画素に対して行うことで、動きボケが軽減されている実世界変数を処理領域について求めることができる。

【0149】

出力部45aでは、演算部49で求めた中心画素変数 $Y0$ の画素値を、動きベクトル検出部30から供給された処理領域情報HZで示された領域内に設定した注目画素の画素値とする。また、背景領域や混合領域であるため中心画素変数 $Y0$ を求めることができないときには、動きボケ軽減画像生成処理前の注目画素の画素値を用いて、画像データDVoutを生成する。

【0150】

このように、動きオブジェクトの画素毎の動きが異なる場合でも、注目画素に対応する動きベクトルで、実世界を推定することが可能となり、精度の高い動きボケ軽減画像生成処理を行うことができる。例えば、動きオブジェクトが剛体と仮定できないような場合であっても、動きオブジェクトの画像の動きボケを軽減させることができる。

【0151】

ところで、上述の実施の形態では、動きオブジェクトOBfの動きボケを軽減させて画像表示を行うものであり、図24に示すように動きオブジェクトOBfが図24A、図24B、図24Cの順に移動しても、この動きオブジェクトOBfを追従しながら、動きオブジェクトOBfの動きボケを軽減させて良好な画像を表示するものである。しかし、動きオブジェクトOBfを基準として、動きボケの軽減された動きオブジェクトOBfの画像が画面上の所定位置となるように画像の表示位置を制御することで、動きオブジェクトOBfを追従しているような画像表示を行うこともできる。

【0152】

この場合、動きベクトル検出部30では、領域選択情報HAで示す領域内に設けた追尾点を動きベクトルMVOに応じて移動させて、この移動後の追尾点を示す座標情報HGを出力部45に供給する。出力部45は、座標情報HGで示された追尾点が画面上の所定位置となるように画像データDVoutを生成する。このようにして、動きオブジェクトOBfを追従しているように画像表示を行うことができる。

【0153】

さらに、動きオブジェクトOBfを基準として、すなわち領域選択情報HAで示す領域内に設けた追尾点を基準として、動きボケが軽減されている画像データDVoutを用いて拡大画像を生成して、追尾点が画面上の所定位置となるように表示すれば、図25A～図25Cに示すように動きオブジェクトOBfが移動しても、図25D～図25Fに示すように動きオブジェクトOBfを追従しながら動きオブジェクトOBfの拡大画像を表示でき

る。この場合、動きオブジェクトOBfの拡大画像が表示されるので、追尾点が画面上の所定位置となるように表示画像を移動させても、画面上に表示の無い部分が生じてしまうことを防止できる。また、拡大画像の生成では、動きボケが軽減されている画像の画素値の繰り返しを行うことで拡大画像を生成できる。例えば各画素値を2回繰り返すことで、縦方向と横方向のサイズを2倍とした拡大画像を生成できる。また動きボケの軽減された画像を用いて空間解像度創造を行うことにより高精細で動きボケの少ない拡大画像を表示できる。

【0154】

図26は、画像処理装置の他の構成として、空間解像度創造を行い拡大画像の出力を可能とする場合を示している。なお、図26において、図5と対応する部分については同一符号を付し、詳細な説明は省略する。

【0155】

動きベクトル検出部30で生成された座標情報HGは、空間解像度創造部70に供給される。また、動きボケ軽減画像生成部40から出力される動きボケ軽減画像の画像データDVoutは空間解像度創造部70に供給される。

【0156】

図27は、空間解像度創造部の構成を示している。動きボケの軽減がなされた画像データDVoutは、空間解像度創造部70に供給される。

【0157】

空間解像度創造部70は、画像データDVoutの注目画素をクラス分類するクラス分類部71、クラス分類部71でのクラス分類結果に応じた予測係数を出力する予測係数メモリ72、予測係数メモリ72から出力された予測係数と画像データDVoutとを用いて予測演算を行い、補間画素データDHを生成する予測演算部73、動きベクトル検出部30からの処理領域情報HZに基づき、オブジェクトOBjの画像を表示画素分読み出して拡大画像の画像データDVzを出力する拡大画像出力部74を有している。

【0158】

画像データDVoutは、クラス分類部71のクラス画素群切り出し部711と予測演算部73の予測画素群切り出し部731と拡大画像出力部74に供給される。クラス画素群切り出し部711は、動きの程度を表わすためのクラス分類（動きクラス）の為に必要な画素を切り出す。このクラス画素群切り出し部711で切り出した画素群は、クラス値決定部712に供給される。クラス値決定部712は、クラス画素群切り出し部711で切り出した画素群の画素データについてフレーム間差分を算出し、例えばこのフレーム間差分の絶対値の平均値を、予め設定した複数の閾値と比較することでクラス分けを行い、クラス値CLを決定する。

【0159】

予測係数メモリ72には、予測係数が記憶されており、クラス分類部71で決定されたクラス値CLに応じた予測係数KEを予測演算部73に供給する。

【0160】

予測演算部73の予測画素群切り出し部731は、予測演算に使用する画素データ（すなわち予測タップ）TPを画像データDVoutから切り出して、演算処理部732に供給する。演算処理部732は、予測係数メモリ72から供給された予測係数KEと予測タップTPとを用いて、それぞれ線形一次演算を行うことにより、注目画素に対応する補間画素データDHを算出して拡大画像出力部74に供給する。

【0161】

拡大画像出力部74は、画像データDVoutと補間画素データDHから、座標情報HGに基づく位置が画面上の所定位置となるように表示サイズ分の画素データを読み出すことで、拡大画像の画像データDVzを生成して出力する。

【0162】

このように拡大画像の生成を行い、生成した補間画素データDHと画像データDVoutを用いて、動きボケの軽減された高画質の拡大画像を表示できる。例えば、補間画素デー

タDHを生成して水平方向や垂直方向の画素数を2倍とすれば、動きオブジェクトOBfを縦横2倍として、動きボケを軽減された画像を高画質に表示できる。

【0163】

なお、予測係数メモリ72に記憶されている予測係数は、図28に示す学習装置を用いて作成できる。なお図28において、図27と対応する部分については同一符号を付している。

【0164】

学習装置75は、クラス分類部71と予測係数メモリ72と係数算出部76を有している。クラス分類部71と係数算出部76には、教師画像の画素数を削減することにより生成された生徒画像の画像データGSが供給される。

【0165】

クラス分類部71は、生徒画像の画像データGSから、クラス画素群切り出し部711によって、クラス分類を行うために必要な画素を切り出し、この切り出した画素群の画素データを用いてクラス分けを行い、クラス値を決定する。

【0166】

係数算出部76の生徒画素群切り出し部761は、予測係数の算出に使用する画素データを生徒画像の画像データGSから切り出して、予測係数学習部762に供給する。

【0167】

予測係数学習部762は、クラス分類部71から供給されたクラス値で示されたクラス毎に、教師画像の画像データGTと生徒画素群切り出し部761からの画像データと予測係数を用いて正規方程式を生成する。さらに、正規方程式を掃き出し法などの一般的な行列解法を用いて予測係数についてそれぞれ解き、得られた係数を予測係数メモリ72に格納する。

【0168】

図29, 30は、空間解像度創造処理を合わせて行う場合の動作を示すフローチャートである。

【0169】

ステップST21でCPU61は、画像データDVaを取得してステップST22に進む。

【0170】

ステップST22でCPU61は、処理領域を設定してステップST23に進む。

【0171】

ステップST23でCPU61は、変数iを「 $i=0$ 」に設定してステップST24に進む。

【0172】

ステップST24でCPU61は、変数iが「 $i \neq 0$ 」であるか否かを判別する。ここで「 $i \neq 0$ 」でないときはステップST25に進み、「 $i \neq 0$ 」であるときはステップST29に進む。

【0173】

ステップST25でCPU61は、ステップST22で設定した処理領域について動きベクトルを検出してステップST26に進む。

【0174】

ステップST26でCPU61は、露光期間パラメータを取得してステップST27に進み、ステップST25で検出した動きベクトルを露光期間パラメータに応じて補正してステップST28に進む。

【0175】

ステップST28でCPU61は、補正後の動きベクトルと画像データDVaを用いて図19に示す動きボケ軽減オブジェクト画像生成処理を行い、動きボケが軽減された動きオブジェクトの画像を生成してステップST33に進む。

【0176】

ステップST33でCPU61は、処理結果の記憶処理を行い、図18のステップST10と同様にして背景成分データに基づく画像上の動きベクトルに対応する時空間位置に、動きボケを軽減させた前景画像の画像データを合成して、処理結果である画像データDVoutを生成する。さらに生成した処理結果である画像データDVoutを記憶部63あるいはRAM64に記憶させてステップST34に進む。

【0177】

ステップST34でCPU61は、動きオブジェクトの動きに合わせて処理領域を移動させて追尾後処理領域の設定を行いステップST35に進む。この追尾後処理領域の設定では、例えば動きオブジェクトOBfの動きベクトルMVOを検出して行う。あるいは、ステップST25やステップST29で検出されている動きベクトルを用いて行う。

【0178】

ステップST35でCPU61は、変数iを「 $i = i + 1$ 」に設定してステップST36に進む。

【0179】

ステップST36でCPU61は、処理結果が動きベクトルの検出可能分だけ記憶された否かを判別する。ここで、動きベクトルの検出が可能であるフレーム数分だけ動きボケが軽減された画像データDVoutが記憶されていないときにはステップST24に戻る。

【0180】

ステップST36からステップST24に戻り、ステップST24の処理がCPU61で行われるときは、変数iが「 $i \neq 0$ 」であることからステップST29に進み、ステップST34で設定された追尾後処理領域について動きベクトルを検出してステップST30に進む。

【0181】

CPU61は、ステップST26～28と同様な処理をステップST30～32で行いステップST33に進む。ステップST33からの処理を繰り返し、処理結果が動きベクトルの検出可能分だけ記憶されたことをステップST36でCPU61が判別するとステップST36から図30のステップST37に進む。

【0182】

ステップST37でCPU61は、変数iを「 $i = 0$ 」に設定してステップST38に進む。

【0183】

ステップST38でPU21は、変数iが「 $i \neq 0$ 」であるか否かを判別し「 $i \neq 0$ 」でないときにはステップST39に進み、「 $i \neq 0$ 」であるときは、ステップST43に進む。

【0184】

ステップST39でCPU61は、記憶されている処理結果を用いてステップST22で設定された処理領域について動きベクトルを検出してステップST40に進む。

【0185】

ステップST40でCPU61は、露光期間パラメータを取得してステップST41に進みステップST39で検出した動きベクトルを露光期間パラメータに応じて補正してステップST42に進む。

【0186】

ステップST42でCPU61は、補正後の動きベクトルと画像データDVaを用いて動きボケ軽減オブジェクト画像生成処理を行い、動きボケが軽減された動きオブジェクトの画像を生成してステップST47に進む。

【0187】

ステップST47でCPU61は、処理結果の出力と記憶処理を行い、ステップST3と同様にして処理結果である画像データDVoutを生成して出力する。また、生成した画像データDVoutを記憶部63あるいはRAM64に記憶させる。

【0188】

ステップST48でCPU61は、ステップST47で生成した画像データDVoutを用いて空間解像度創造処理を行い、座標情報HGで示された位置が画面上の一定位置となるように表示画面サイズの拡大画像の画像データDVzを生成する。

【0189】

ステップST49でCPU61は、ステップST34と同様にして追尾後処理領域の設定を行いステップST50に進む。

【0190】

ステップST50でCPU61は、変数iを「 $i = i + 1$ 」に設定してステップST51に進む。

【0191】

ステップST51でCPU61は、動作の終了であるか否かを判別する。ここで、動作の終了でないときはステップST38に戻る。

【0192】

ステップST51からステップST38に戻り、ステップST38の処理がCPU61で行われるとき、変数iが「 $i \neq 0$ 」であることからステップST43に進み、ステップST43では、記憶されている処理結果を用いて追尾後処理領域について動きベクトルを検出してステップST44に進む。

【0193】

CPU61は、ステップST40～42と同様な処理をステップST44～46で行いステップST47に進み、ステップST47からの処理を行う。その後、画像データDVaの終了あるいは動作の終了操作が行われたときは、ステップST51で動作の終了と判別して処理を終了する。

【0194】

また、動きボケが軽減された画像データDVoutを用いて空間解像度創造だけでなく、特開2002-199349号公報で示されている時間解像度創造を行い、時間解像度の高い画像を高画質に生成することもできる。図31は、時間解像度創造を行いフレームレートの変換を可能とする場合の画像処理装置の構成を示している。なお、図31において、図5と対応する部分については同一符号を付し、詳細な説明は省略する。

【0195】

時間解像度創造前後におけるフレームレートを示す周波数情報HFは、動きベクトル割り付け部80と時間解像度創造部90に供給される。また、動きベクトル検出部30で生成された動きベクトルMVCは、動きボケ軽減画像生成部40と動きベクトル割り付け部80に供給される。さらに、メモリ55から読み出された画像データDVmは、画像データ選択部85に供給される。

【0196】

動きベクトル割り付け部80は、動きベクトルMVCと周波数情報HFを用いて、新たに創造するフレームの画素に対して動きベクトルの割り付けを行い、割り付けた動きベクトルMVDを時間解像度創造部90に供給する。

【0197】

画像データ選択部85は、画像センサ10から供給された画像データDVaあるいはメモリ55から読み出された画像データDVmのいずれかを選択して、画像データDVstとして時間解像度創造部90に供給する。

【0198】

時間解像度創造部90は、画像データDVstと動きベクトルMVDおよび周波数情報HFに基づいて、所望のフレームレートの画像データDVtを生成する。

【0199】

図32は、時間解像度創造部の構成を示している。時間解像度創造部90は、画像データDVstの注目画素をクラス分類するクラス分類部91、クラス分類部91でのクラス分類結果に応じた予測係数を出力する予測係数メモリ92、予測係数メモリ92から出力された予測係数と画像データDVstとを用いて予測演算を行い、フレーム補間画素データを

生成する予測演算部 93 を有している。

【0200】

画像データ DVs は、クラス分類部 91 のクラス画素群切り出し部 911 と予測演算部 93 の予測画素群切り出し部 931 に供給される。クラス画素群切り出し部 911 は、動きの程度を表わすためのクラス分類の為に必要な画素を、後述する時間モード値決定部 913 で決定された時間モード値とタップ中心位置決定部 914 で決定されたタップ中心位置に基づいて設定された位置を基準として切り出す。このクラス画素群切り出し部 911 で切り出した画素群は、クラス値決定部 912 に供給される。クラス値決定部 912 は、クラス画素群切り出し部 911 で切り出した画素群の画素データに対してフレーム間差分を算出し、例えばこのフレーム間差分の絶対値の平均値を、予め設定した複数の閾値と比較することでクラス分けを行い、クラス値 CM を決定する。

【0201】

時間モード値決定部 913 は、供給された周波数情報 HF に基づき、生成するフレームの時間位置を示す時間モード値 TM を決定して、タップ中心位置決定部 914 と位置モード値決定部 915 および予測係数メモリ 92 に供給する。

【0202】

動きベクトル MVD は、タップ中心位置決定部 914 と位置モード値決定部 915 に供給される。

【0203】

タップ中心位置決定部 914 は、生成するフレーム上の注目画素に割り付けられた動きベクトル MVD を、時間モード値 TM に応じて例えば生成するフレームに対する前後 2 フレームの変換前画像について割り振り、割り振られた動きベクトルに応じて画素単位で変換前画像上の注目画素に対応する位置を移動させて 2 フレームの変換前画像上にタップ中心位置 TC を設定する。クラス画素群切り出し部 911 は、このタップ中心位置 TC を基準として、生成するフレームに対する前後の 2 フレームの入力画像から画素の切り出しを行う。

【0204】

位置モード値決定部 915 は、タップ中心位置 TC、動きベクトル MVD および時間モード値 TM に基づいて位置モード値 HM を決定して、予測係数メモリ 92 に供給する。上述のように時間モードに応じて動きベクトルを割り振るものとした場合、割り振られた動きベクトルに応じて画素単位で画素位置を移動させると、動きベクトルに基づいた位置と誤差を生ずる。位置モード値決定部 915 は、この誤差のパターン数を位置モード値 HM として、予測係数メモリ 92 に供給する。

【0205】

予測係数メモリ 92 は、供給された時間モード値 TM、位置モード値 HM、クラス値 CM の組み合わせに対応する予測係数 KF を読み出して予測演算部 93 の演算処理部 932 に供給する。

【0206】

予測演算部 93 の予測画素群切り出し部 931 は、タップ中心位置決定部 914 で決定されたタップ中心位置 TC を基準として、予測演算に使用する予測タップ TF を変換前の画像データから切り出して、演算処理部 932 に供給する。演算処理部 932 は、予測係数メモリ 92 から供給された予測係数 KF と予測タップ TF とを用いて、それぞれ線形一次演算を行うことにより、変換後の画像データ DVt を生成する。

【0207】

このように動きボケ軽減画像生成処理後の画像データ DVm を用いて動きベクトルの検出を行い、検出した動きベクトルを用いて時間解像度創造を行うことにより、フレームレート変換後の画像における動きを精度良く表示できる。さらに、画像データ選択部 85 では、画像データ DVs として画像データ DVm を選択すれば、動きボケが軽減された画像を用いて、新たなフレームの画像を生成できる。例えば、画像データ DVout が 24 フレーム/秒であるとき、時間解像度創造を行い、60 フレーム/秒で動きボケの軽減された画像

の画像データDVtを生成できる。また、画像データDV_sとして画像データDV_aを選択すれば、画像データDVtは、画像センサ10で得られた画像のフレームレートを変換した画像となる。

【0208】

予測係数メモリ92に記憶されている予測係数は、図33に示す学習装置を用いて作成できる。なお、図33において、図32と対応する部分については同一符号を付している。

【0209】

まず、教師画像の画像データGTを用いてフレームレート変換を行い生徒画像の画像データGSを生成し、生徒画像の画像データGSをクラス分類部94と係数算出部95に供給する。

【0210】

クラス分類部94の動きベクトル検出部941は、所定数のフレーム間での動きベクトルを検出して、タップ中心位置決定部914と位置モード値決定部915に供給する。タップ中心位置決定部914は、タップ中心位置を決定して、クラス画素群取り出し部911と生徒画素群取り出し部951に供給する。

【0211】

生徒画素群取り出し部951は、タップ中心位置に基づいて、複数の生徒画素からなる生徒画素群を画像データGSから取り出す。取り出された生徒画素群は、予測係数学習部952に供給される。

【0212】

クラス画素群取り出し部911は、タップ中心位置に基づいて、複数の生徒画素からなるクラス画素群を取り出す。取り出されたクラス画素群はクラス値決定部912に供給される。クラス値決定部912は、クラス画素群からクラス値を決定する。この決定されたクラス値は、予測係数学習部952に供給される。

【0213】

位置モード値決定部915は、タップ中心位置、動きベクトルおよび時間モード値に基づいて位置モード値を決定して予測係数学習部952に供給する。さらに、時間モード値に基づいて教師画素群取り出し部942が教師画素を切り出す。切り出された教師画素は予測係数学習部952に供給される。

【0214】

予測係数学習部952は、供給された時間モード値、位置モード値、クラス値、生徒学習群、教師画素を使用して、生徒画素群から教師画素を予測するための予測係数を学習する。予測係数の学習では、複数の予測係数と生徒画素との線型1次演算によって予測値を推定した時に、予測値と教師画像中の真値との誤差の二乗和を最小とするように、予測係数を定める。実際的な計算方法としては、誤差の二乗和に関する式を偏微分し、偏微分値が0となるように予測係数が定められる。その場合に、上述のように正規方程式がたてられ、正規方程式が掃き出し法等の一般的な行列解法にしたがって解かれ、予測係数が算出される。この算出された予測係数を予測係数メモリ92に格納する。

【0215】

図34は、時間解像度創造処理を合わせて行う場合の動作を示すフローチャートである。

【0216】

ステップST61でCPU61は、動きベクトル軽減処理の処理結果が動きベクトルの検出可能分だけ記憶されたか否かを判別する。ここで、動きベクトルの検出可能分だけ処理結果が記憶されていないときにはステップST61に戻り、動きベクトルの検出可能分だけ処理結果が記憶されたときにはステップST62に進む。

【0217】

ステップST62でCPU61は、記憶されている処理結果を用いて動きベクトルを検出してステップST63に進む。

【0218】

ステップST63でCPU61は、検出した動きベクトルを用いて新たに生成するフレーム上の各画素に対して動きベクトルの割り付けを行いステップST64に進む。

【0219】

ステップST64でCPU61は、動きベクトル軽減処理を行う際に取得した露光期間パラメータに応じて動きベクトルを補正してステップST65に進む。

【0220】

ステップST65でCPU61は、時間解像度創造処理を行い、記憶されている処理結果とステップST64で求めた動きベクトルに基づき時間解像度創造後のフレームレートである画像データDVtを生成してステップST66に進む。

【0221】

ステップST66で、画像データDVaが終了していないとき、あるいは動作の終了操作が行われていないときはステップST62に戻り、画像データDVaの終了あるいは動作の終了操作が行われたときは、動作の終了と判別して処理を終了する。

【0222】

このように、動きボケ軽減画像を用いることで、動きベクトルを精度良く検出することができ、検出された動きベクトルを用いて動きボケの少ない時間解像度の高い画像を得ることができる。

【産業上の利用可能性】

【0223】

以上のように、本発明にかかる画像処理装置と画像処理方法およびプログラムは、動きベクトルの検出および検出した動きベクトルを用いた画像処理に有用であり、動きのあるオブジェクトの画像処理に適している。

【図面の簡単な説明】

【0224】

【図1】本発明を適用するシステムの構成を示すブロック図である。

【図2】画像センサによる撮像を示す図である。

【図3】撮像画像を説明するための図である。

【図4】画素値の時間方向分割動作を説明するための図である。

【図5】画像処理装置の構成を示すブロック図である。

【図6】動きベクトル検出部の構成を示すブロック図である。

【図7】動きボケ軽減画像生成部の構成を示すブロック図である。

【図8】領域特定部の構成を示すブロック図である。

【図9】画像メモリから読み出した画像データを示す図である。

【図10】領域判定処理を示す図である。

【図11】混合比算出部の構成を示すブロック図である。

【図12】理想的な混合比を示す図である。

【図13】前景背景分離部の構成を示すブロック図である。

【図14】動きボケ調整部の構成を示すブロック図である。

【図15】処理単位を示す図である。

【図16】動きボケが軽減された画素値の位置を示す図である。

【図17】画像処理装置の他の構成を示す図である。

【図18】画像処理装置の動作を示すフローチャートである。

【図19】動きボケ軽減画像生成処理を示すフローチャートである。

【図20】動きボケ軽減画像生成部の他の構成を示すブロック図である。

【図21】処理領域を示す図である。

【図22】処理領域の設定例を示す図である。

【図23】処理領域における実世界変数の時間混合を説明するための図である。

【図24】オブジェクトが移動する場合を示した図である。

【図25】オブジェクトの追従を行った拡大表示画像を示す図である。

【図 26】画像処理装置の他の構成を示すブロック図である。

【図 27】空間解像度創造部の構成を示すブロック図である。

【図 28】学習装置の構成を示すブロック図である。

【図 29】空間解像度創造処理を合わせて行う場合の動作 (1/2) を示すフローチャートである。

【図 30】空間解像度創造処理を合わせて行う場合の動作 (2/2) を示すフローチャートである。

【図 31】画像処理装置の他の構成を示すブロック図である。

【図 32】時間解像度創造部の構成を示す図である。

【図 33】学習装置の構成を示すブロック図である。

【図 34】時間解像度創造処理を合わせて行う場合の動作を示すフローチャートである。

【符号の説明】

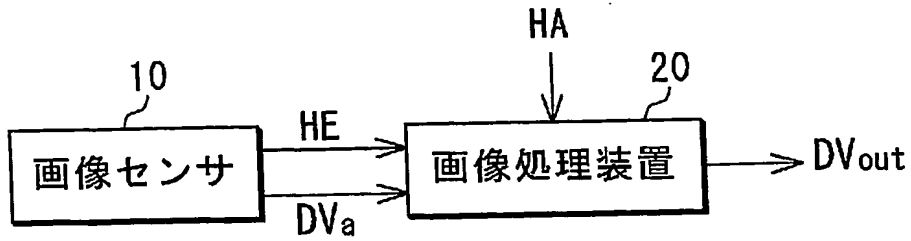
【0225】

10・・・画像センサ、20・・・画像処理装置、30, 941・・・動きベクトル検出部、31・・・処理領域設定部、32・・・画像データ選択部、33・・・検出部、34・・・動きベクトル補正部、40, 40a・・・動きボケ軽減画像生成部、41・・・領域特定部、42・・・混合比算出部、43・・・前景背景分離部、44・・・動きボケ調整部、45, 45a・・・出力部、48・・・処理領域設定部、49・・・演算部、55・・・メモリ、61・・・CPU (Central Processing Unit)、62・・・ROM (Read Only Memory)、63・・・記憶部、64・・・RAM (Random Access Memory)、65・・・バス、66・・・入力インタフェース部、67・・・出力インタフェース部、68・・・通信部、69・・・ドライブ、70・・・空間解像度創造部、70・・・空間解像度像部、71, 91, 94・・・クラス分類部、72, 92・・・予測係数メモリ、73, 93・・・予測演算部、74・・・拡大画像出力部、75・・・学習装置、76, 95・・・係数算出部、80・・・動きベクトル割り付け部、85・・・画像データ選択部、90・・・時間解像度創造部、411・・・画像メモリ、412・・・静動判定部、413・・・領域判定、421, 422・・・推定混合比処理部、423・・・混合比決定部、431・・・分離部、432, 433・・・スイッチ部、434, 435・・・合成部、441・・・処理単位決定部、442・・・モデル化部、443・・・方程式生成部、444・・・足し込み部、445・・・演算部、711, 911・・・クラス画素群切り出し部、712, 912・・・クラス値決定部、731, 931・・・予測画素群切り出し部、732, 932・・・演算処理部、761, 951・・・生徒画素群切り出し部、762, 952・・・予測係数学習部、913・・・時間モード値決定部、914・・・タップ中心位置決定部、915・・・位置モード値決定部、942・・・教師画像切り出し部

【書類名】 図面

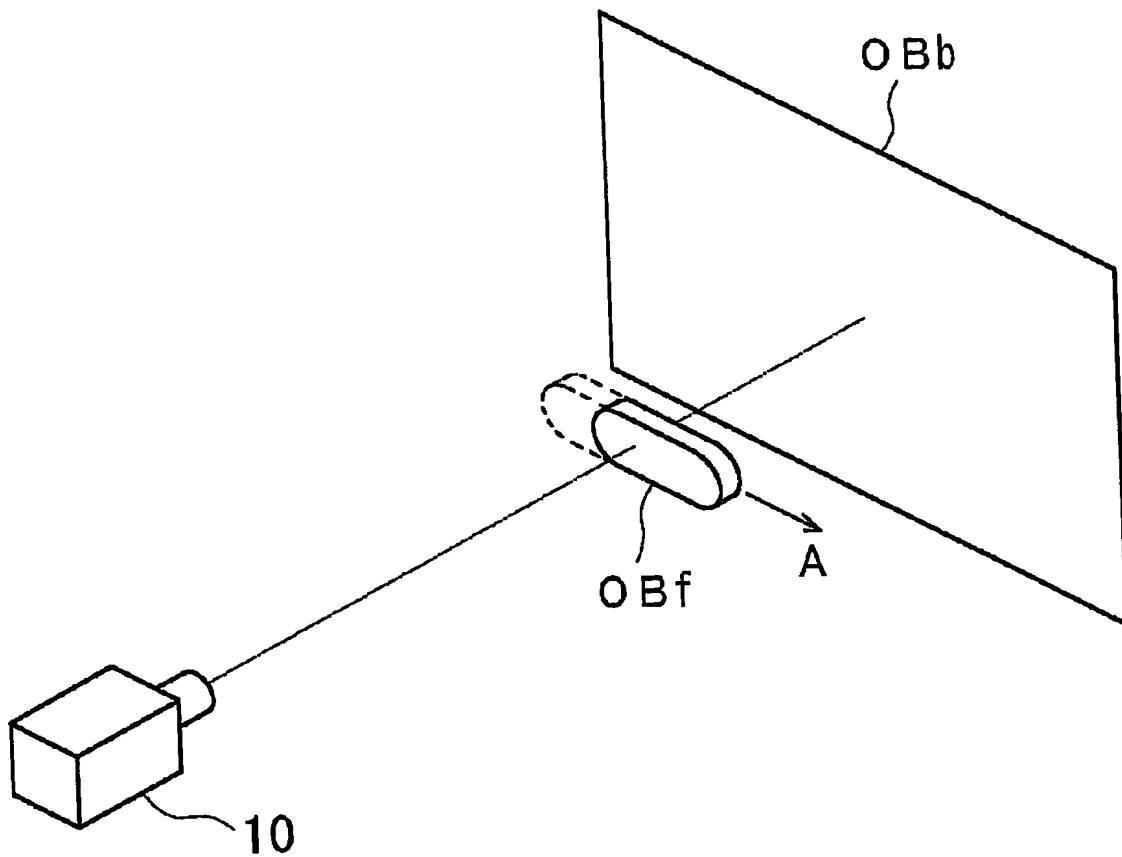
【図 1】

システムの構成



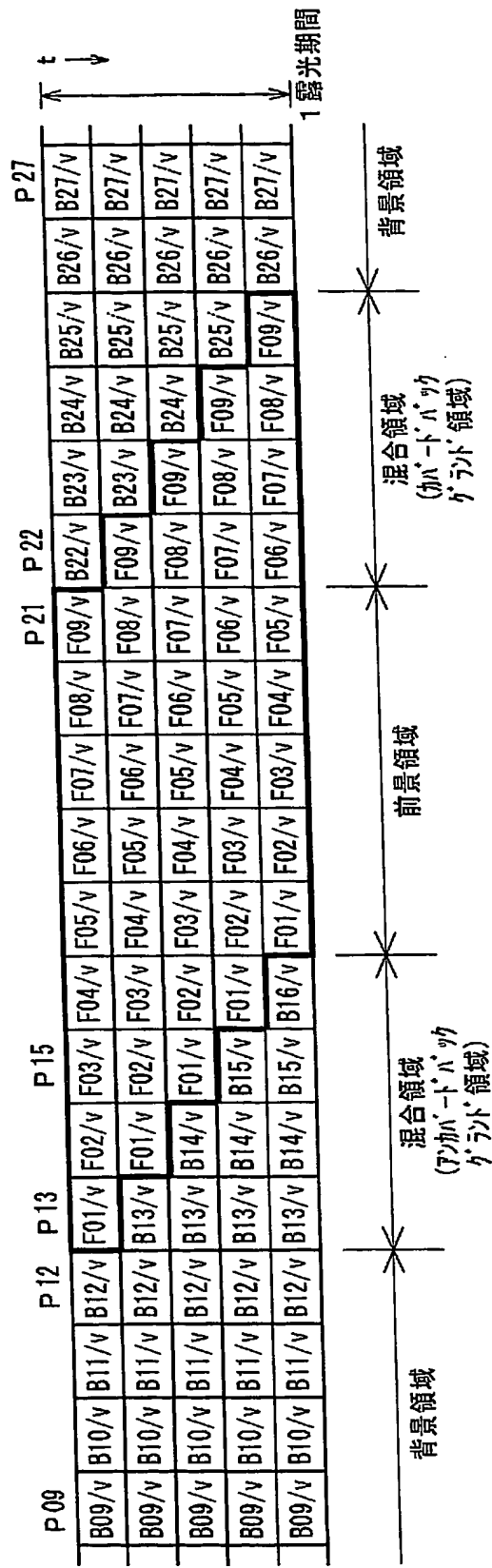
【図 2】

画像センサによる撮像



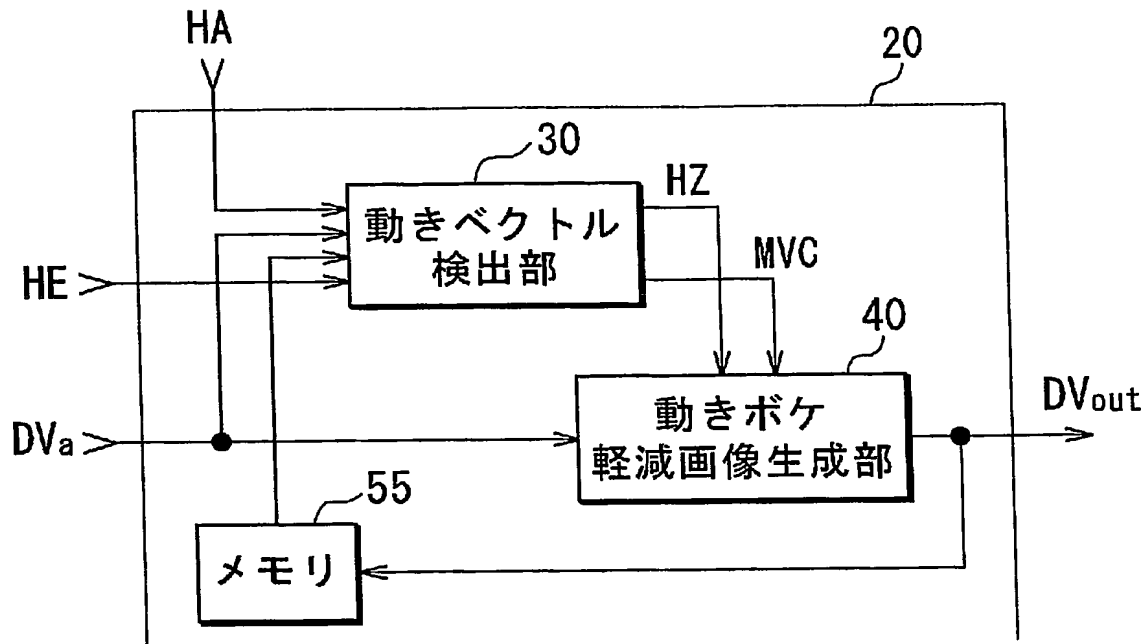
【図 4】

画素値の時間方向分割動作



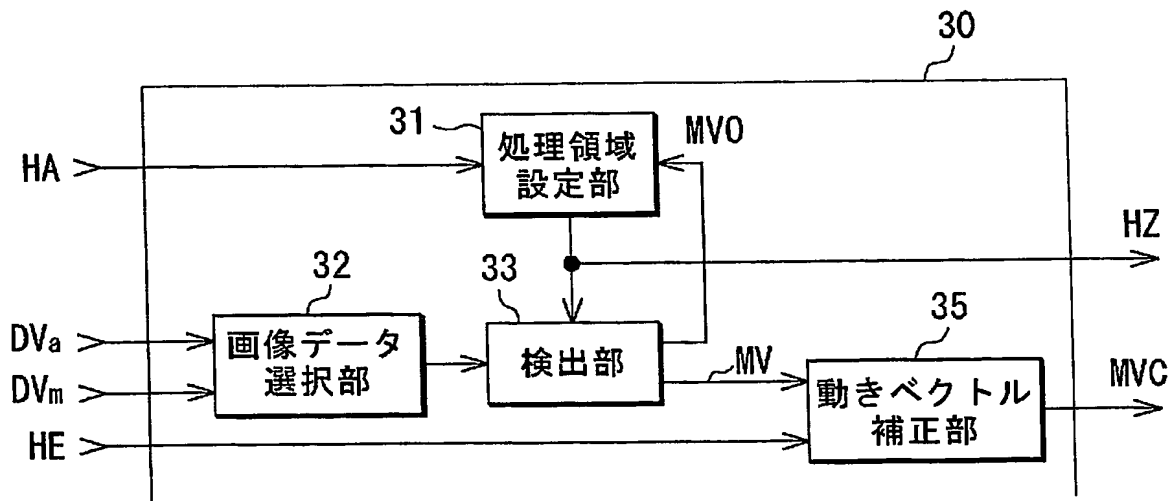
【図 5】

画像処理装置の構成



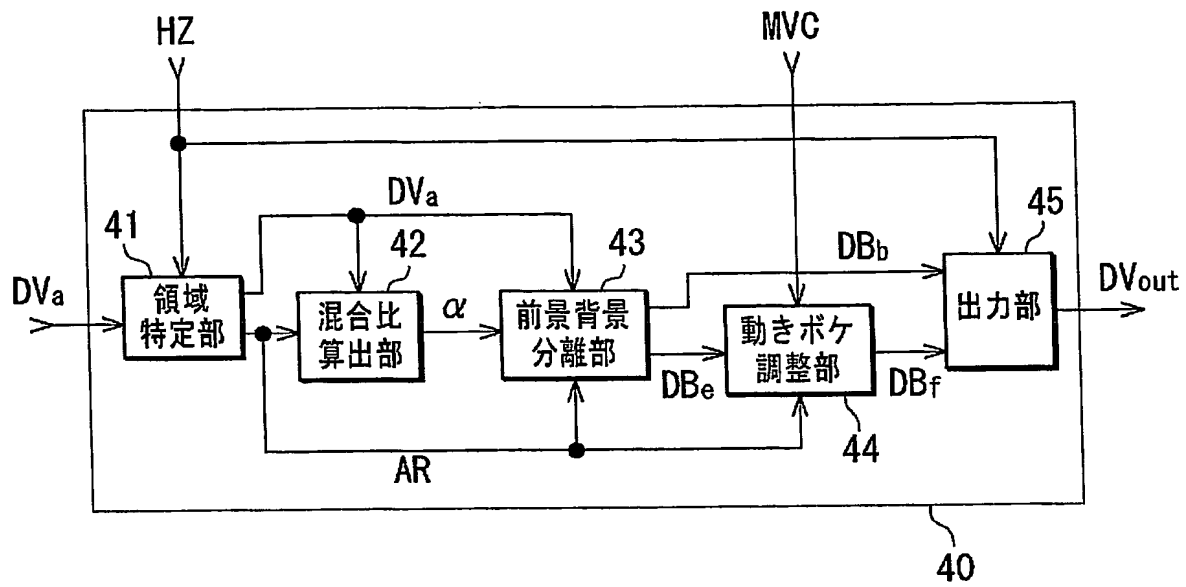
【図 6】

動きベクトル検出部の構成



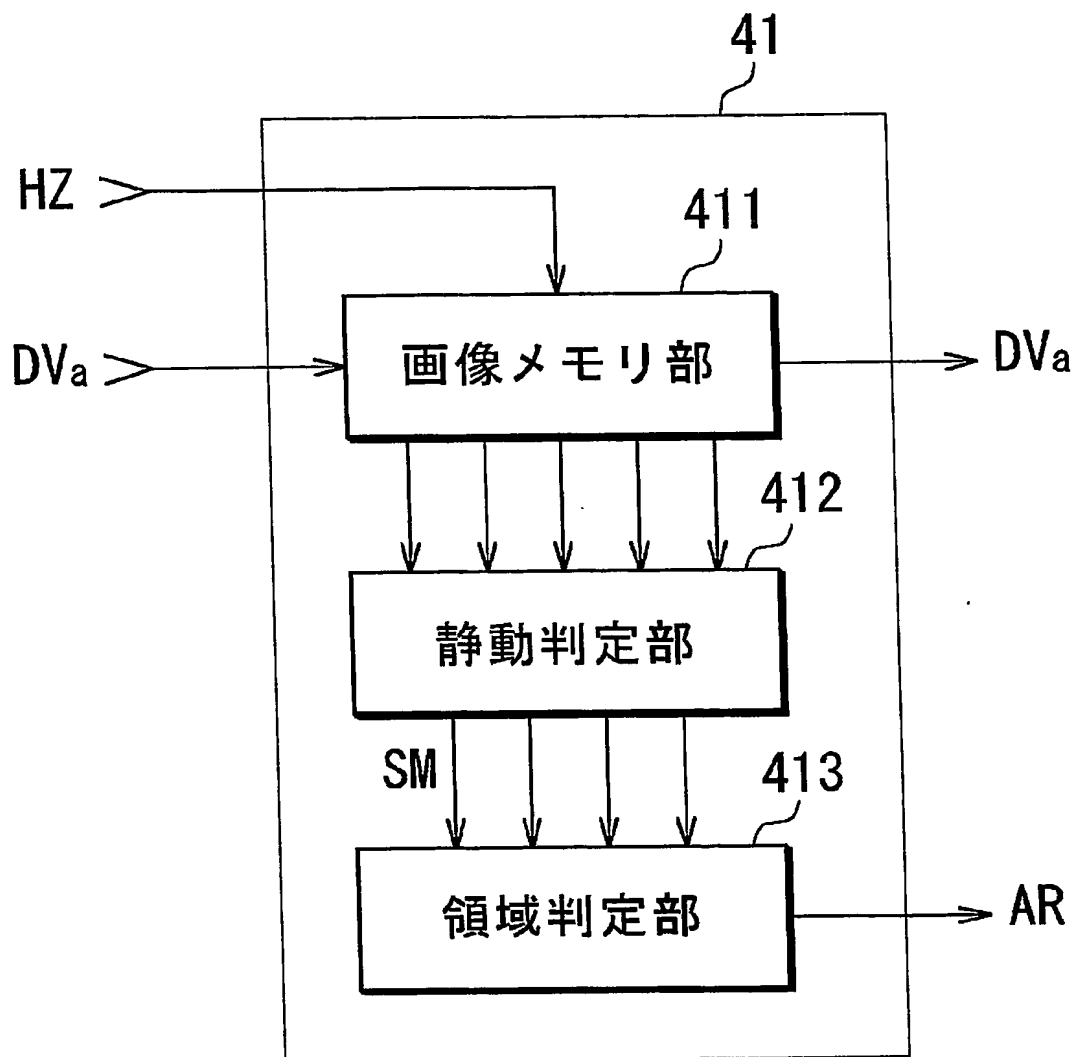
【図 7】

動きボケ軽減画像生成部の構成



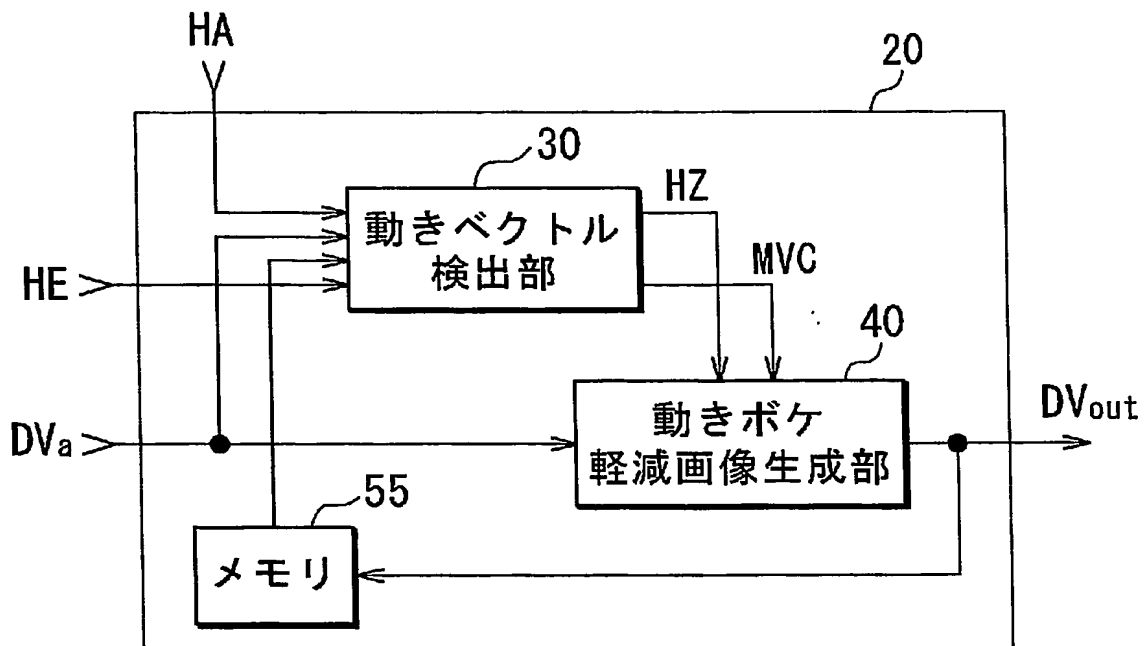
【図 8】

領域特定部の構成



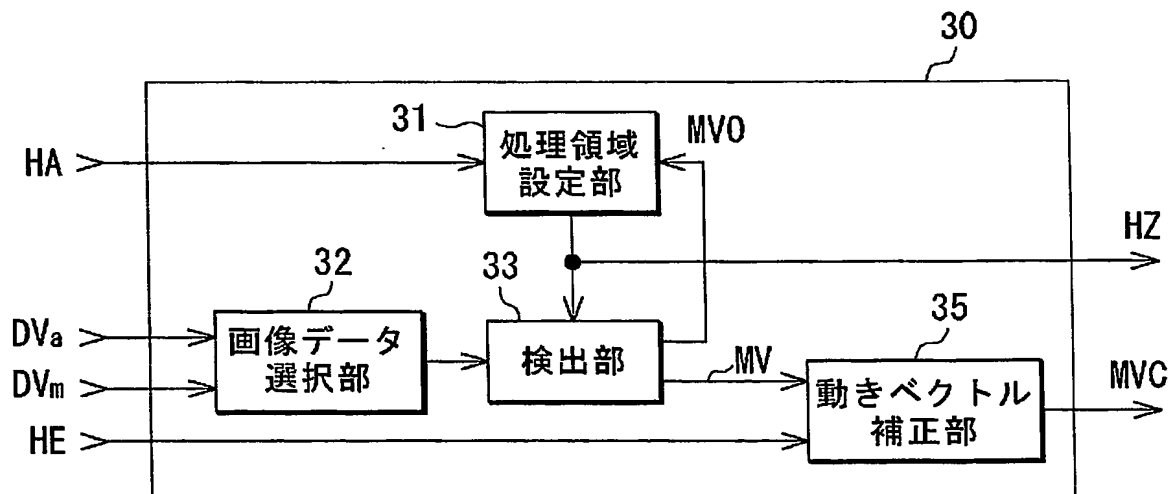
【図 5】

画像処理装置の構成



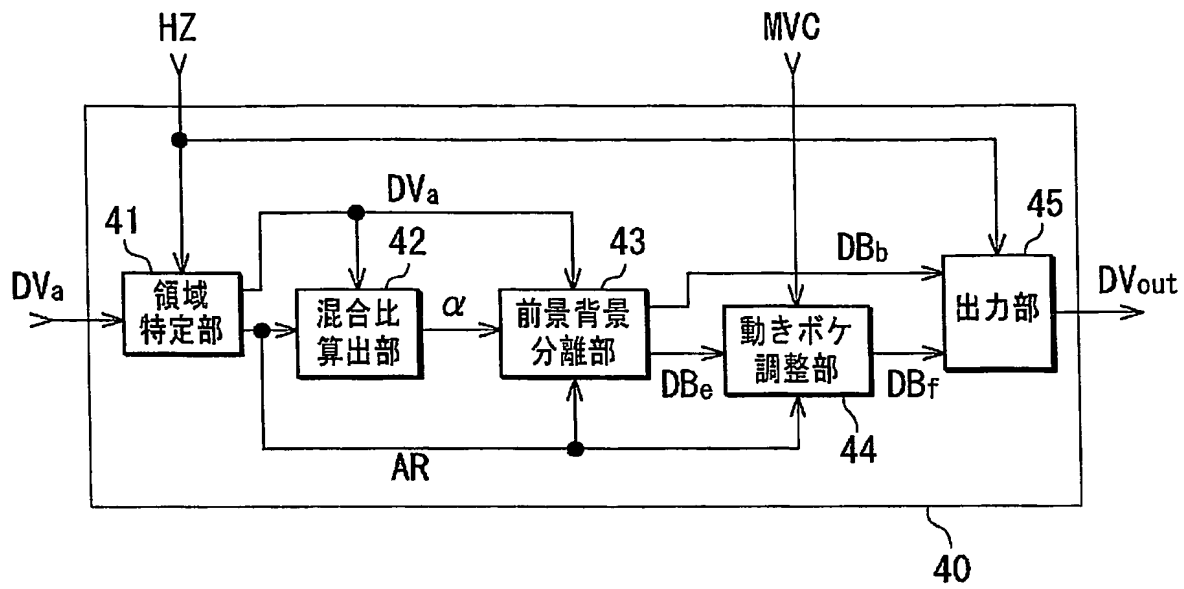
【図 6】

動きベクトル検出部の構成



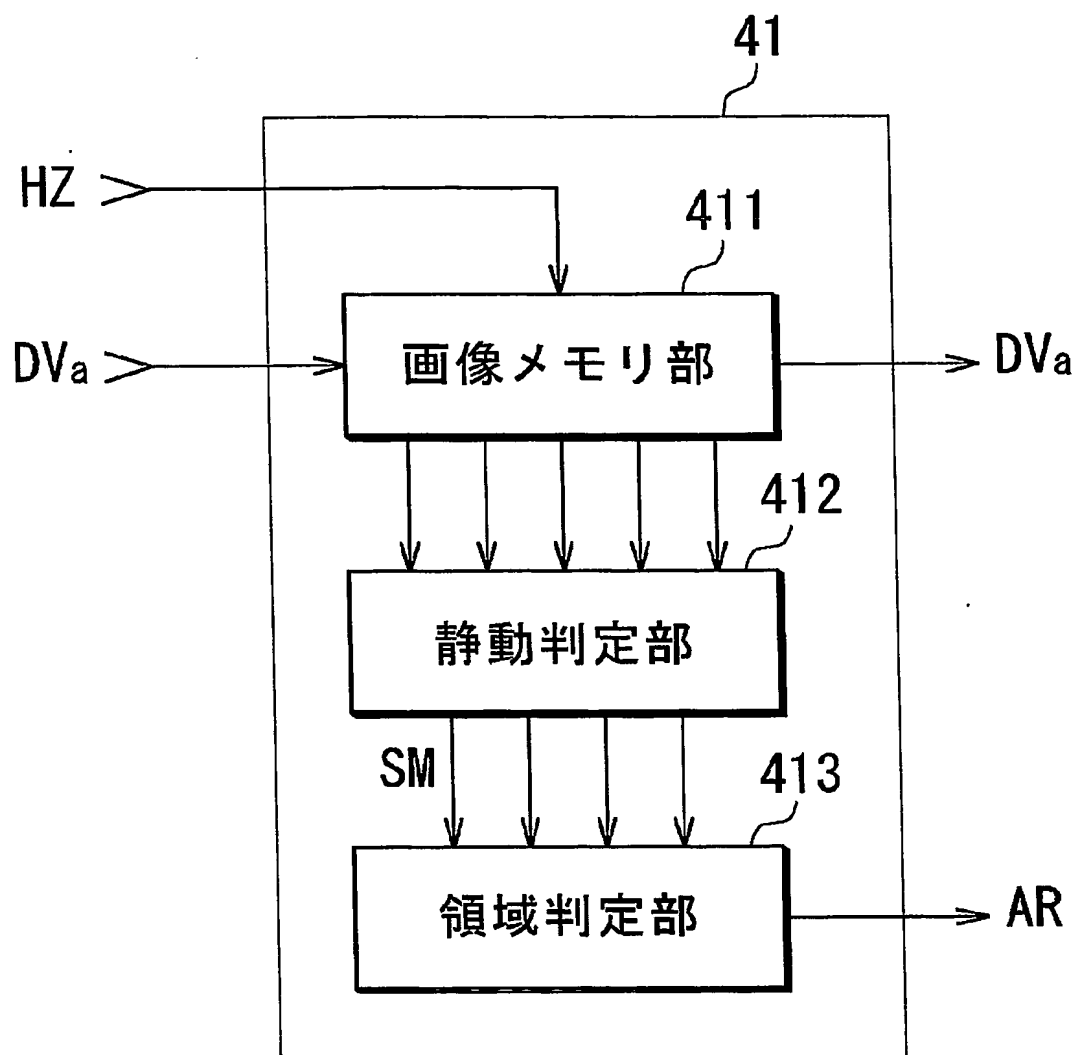
【図 7】

動きボケ軽減画像生成部の構成



【図 8】

領域特定部の構成



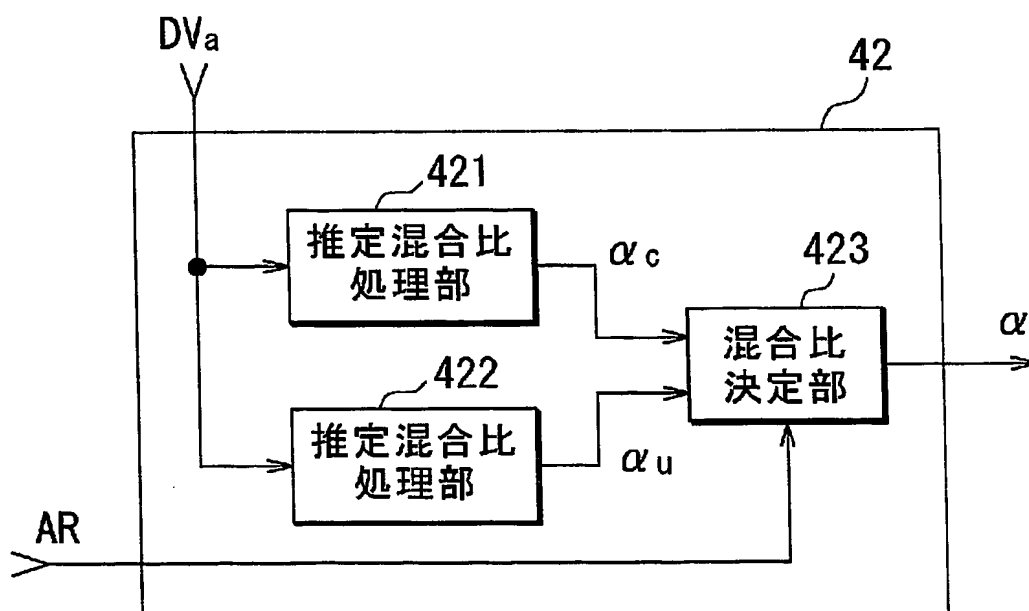
【図10】

領域判定処理

領域決定	フレーム#n-2と フレーム#n-1の 静止判定	フレーム#n-1と フレーム#nの 静止判定	フレーム#nと フレーム#n+1の 静止判定	フレーム#n+1と フレーム#n+2の 静止判定	判定方法
静止領域		静止	静止		OR
カバートバックラント領域	静止	動き			AND
アンカバートバックラント領域			動き	静止	AND
動き領域		動き	動き		AND

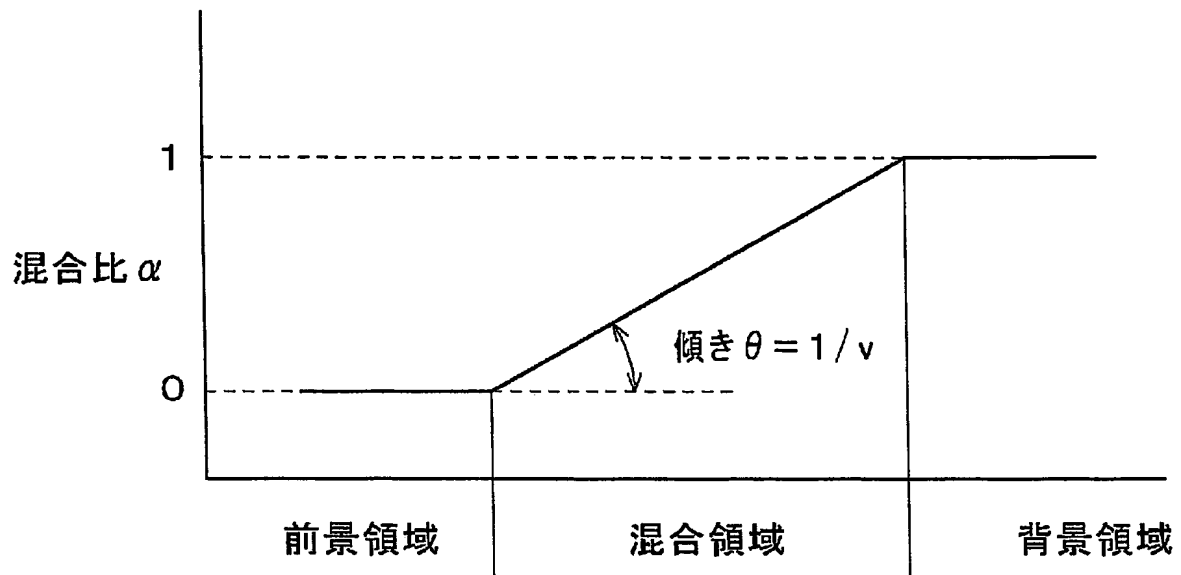
【図11】

混合比算出部の構成



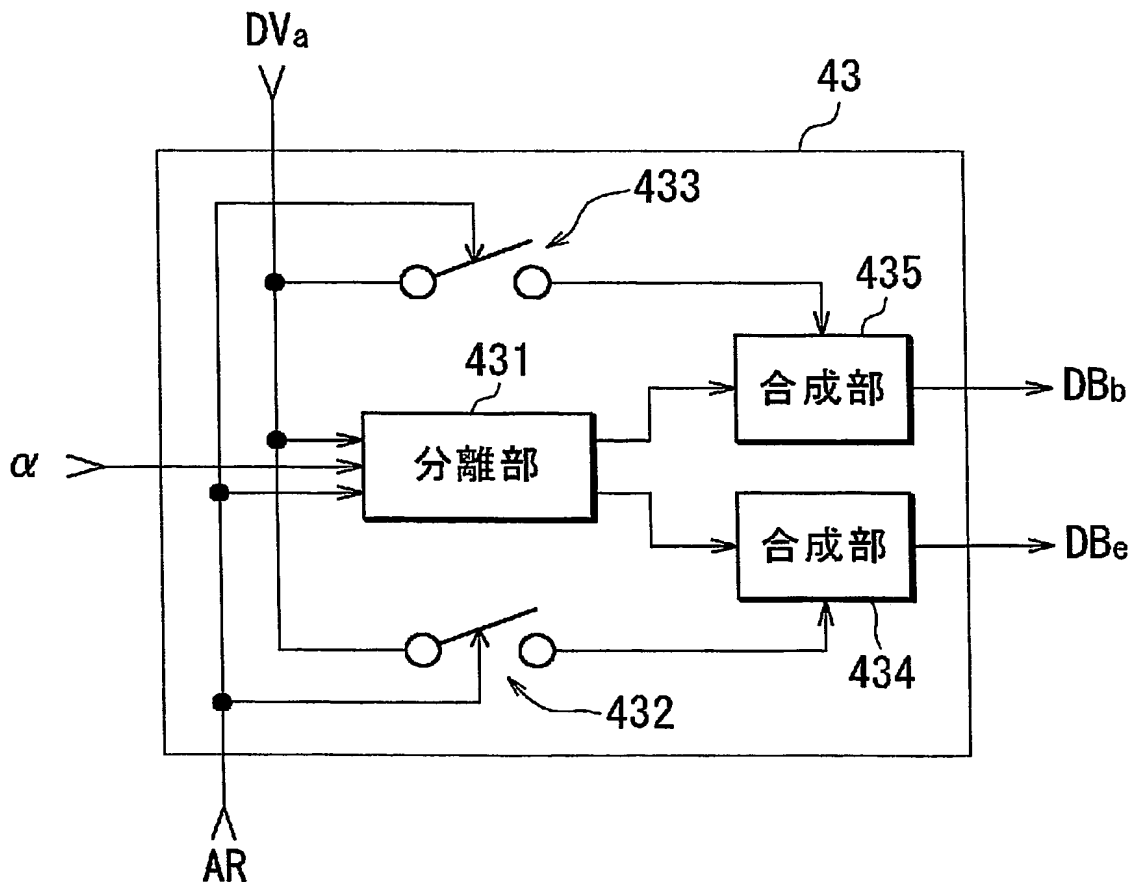
【図 1 2】

理想的な混合比 α



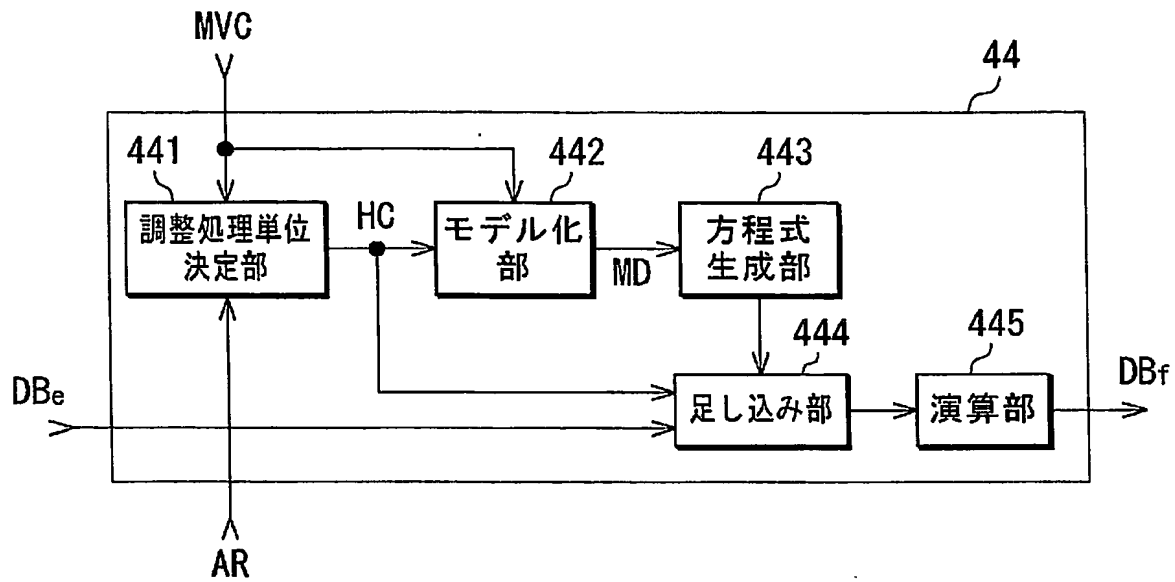
【図 1 3】

前景背景分離部の構成



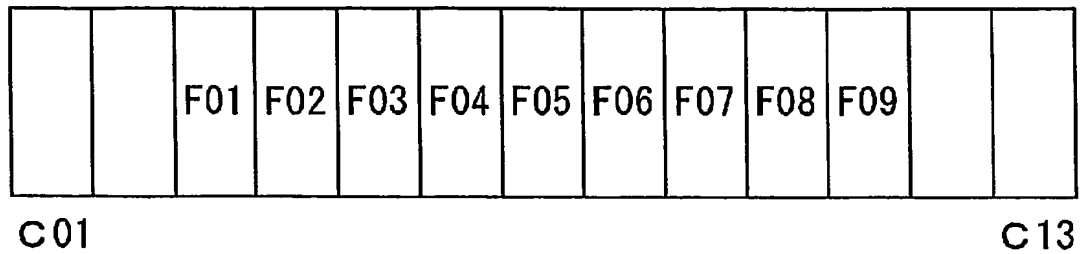
【図 14】

動きボケ調整部の構成



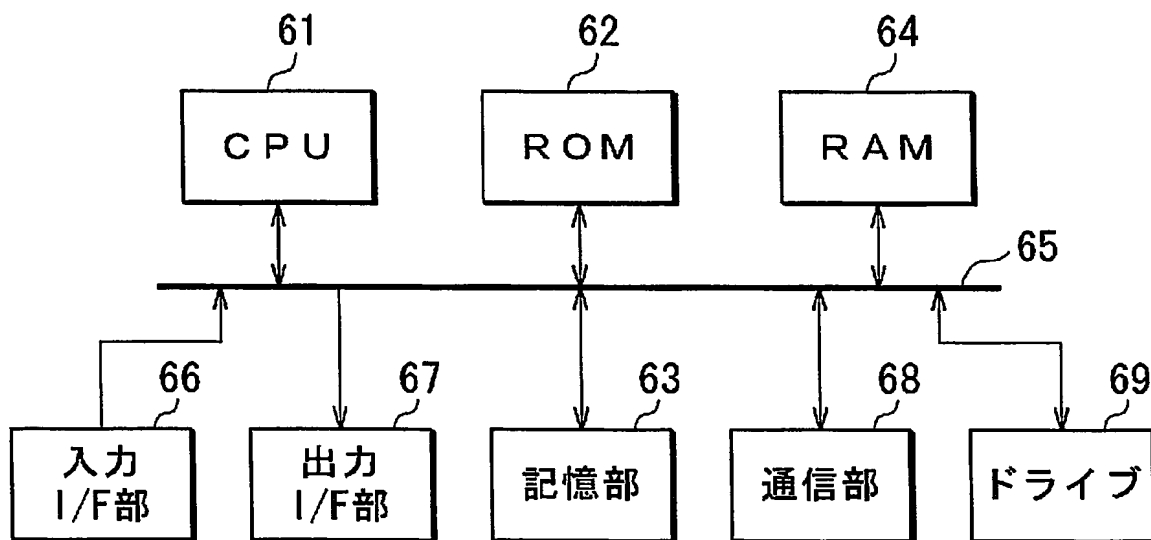
【図 16】

動きボケが除去された画素値の位置



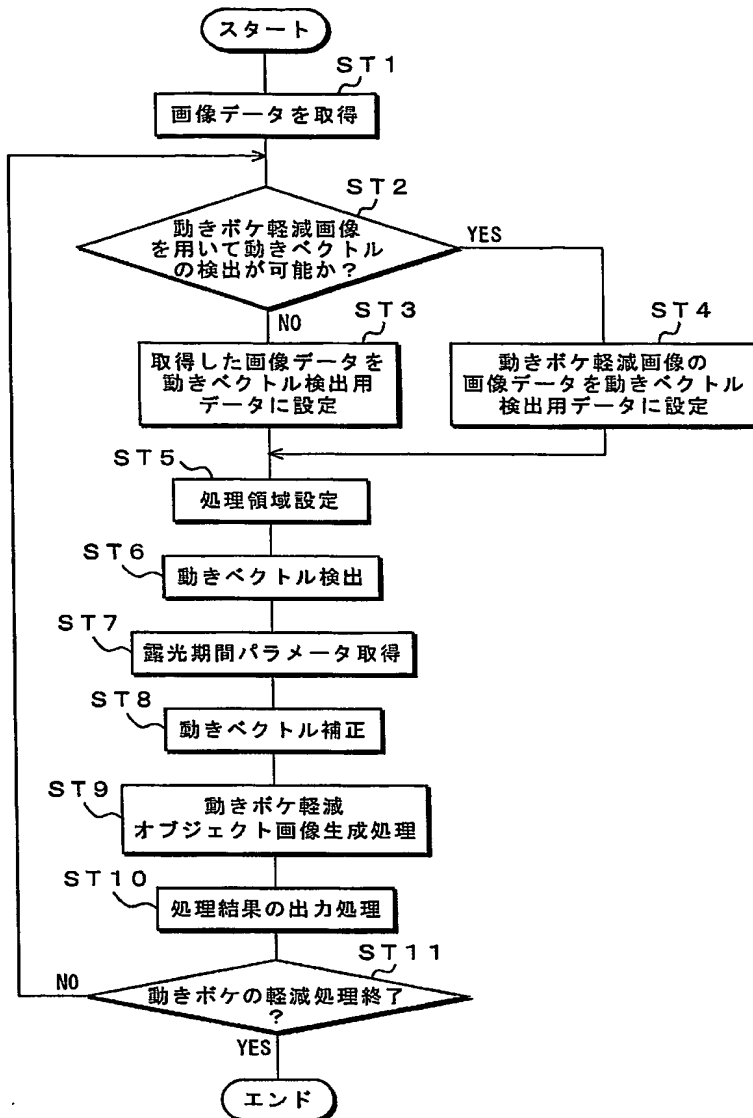
【図 17】

画像処理装置の他の構成



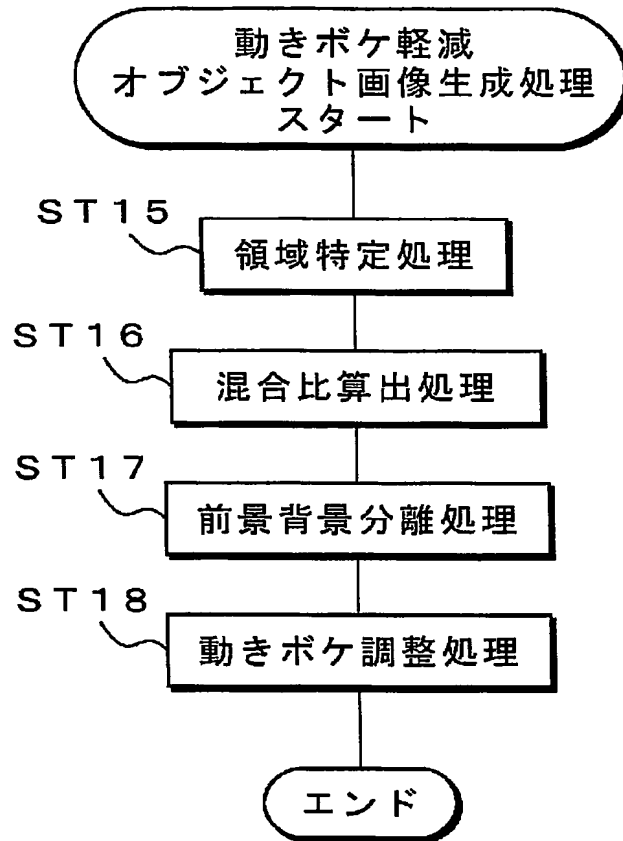
【図 18】

画像処理装置の動作



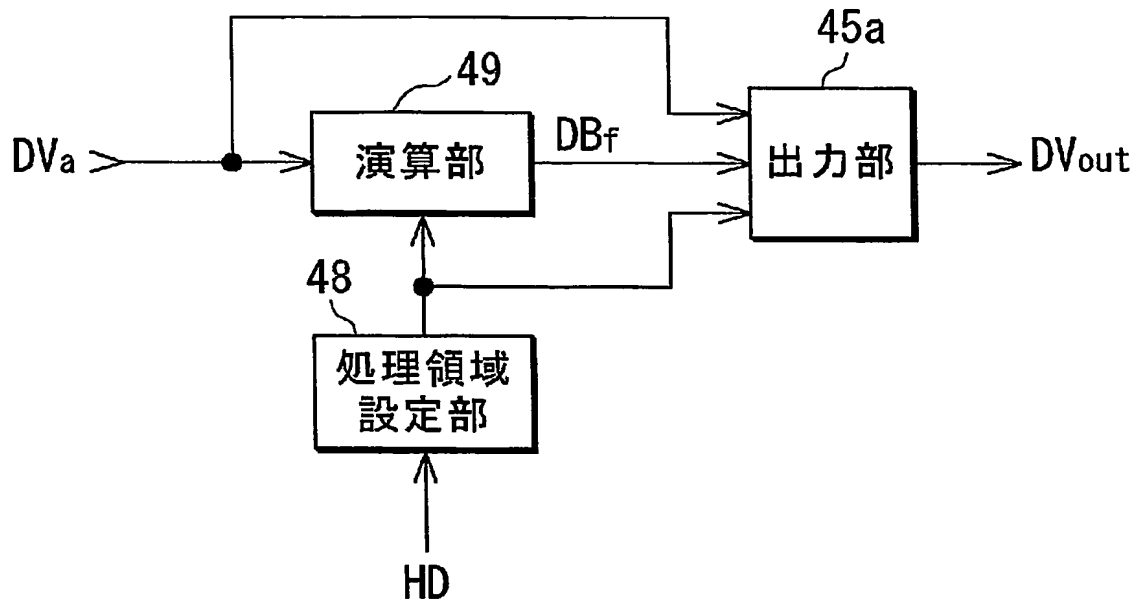
【図 19】

動きボケ軽減オブジェクト画像生成処理



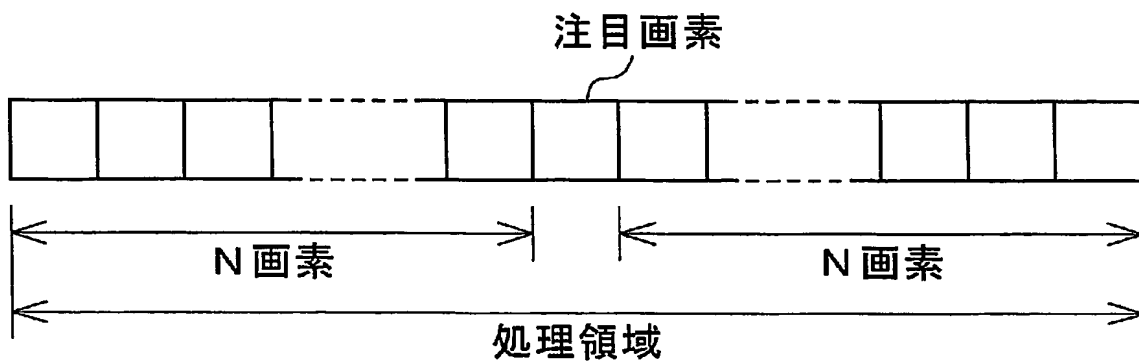
【図 20】

動きボケ軽減画像生成部の構成



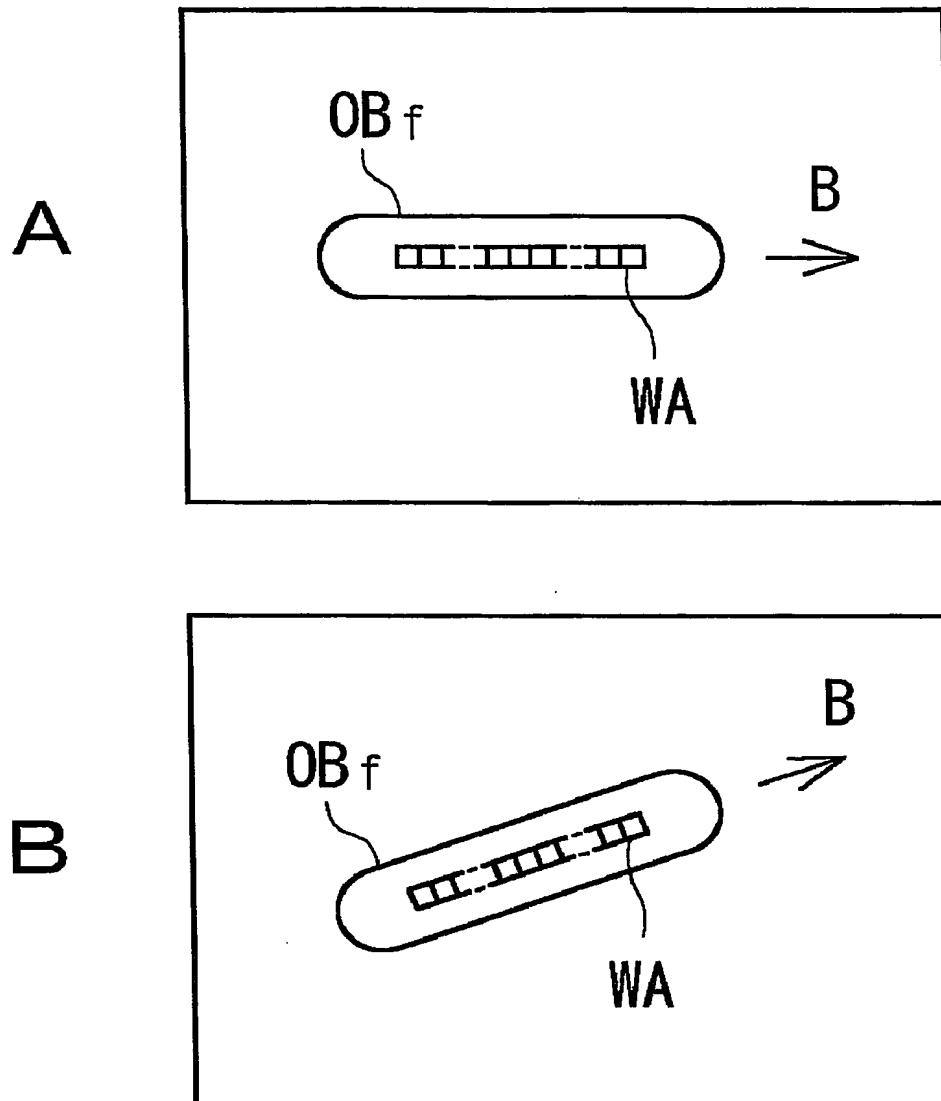
【図 21】

処理領域



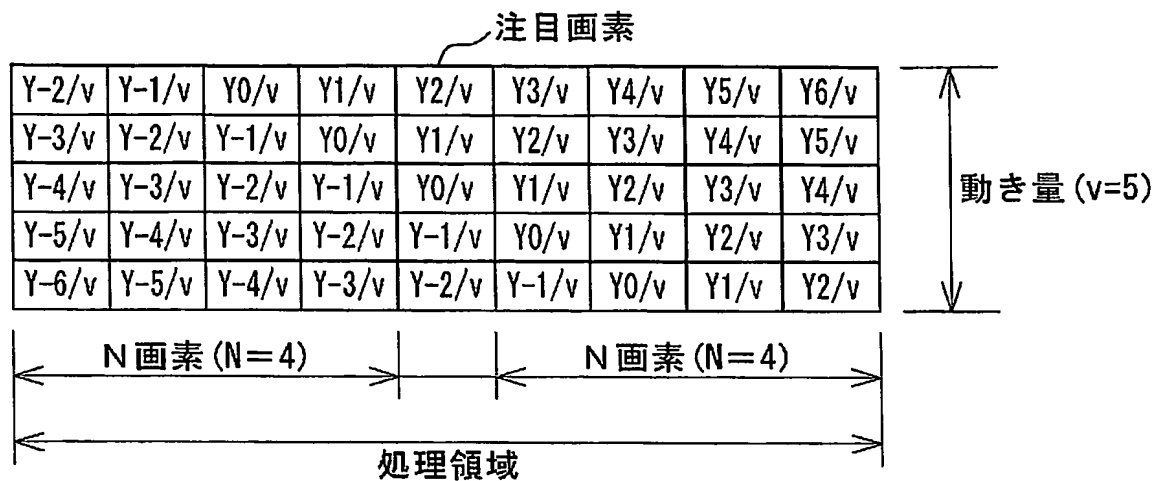
【図 22】

処理領域の設定例



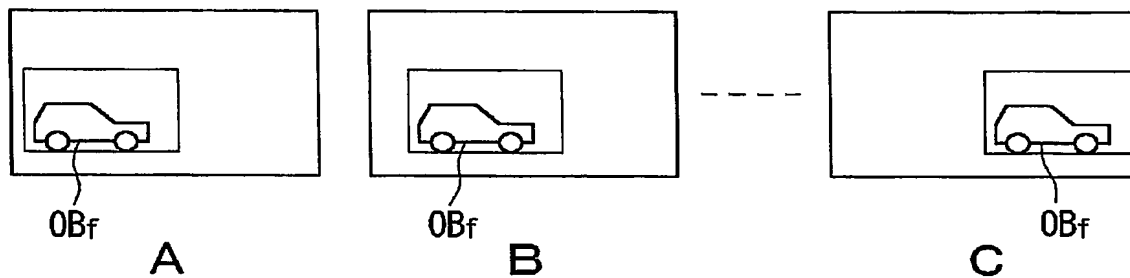
【図 2 3】

処理領域における実世界変数の時間混合



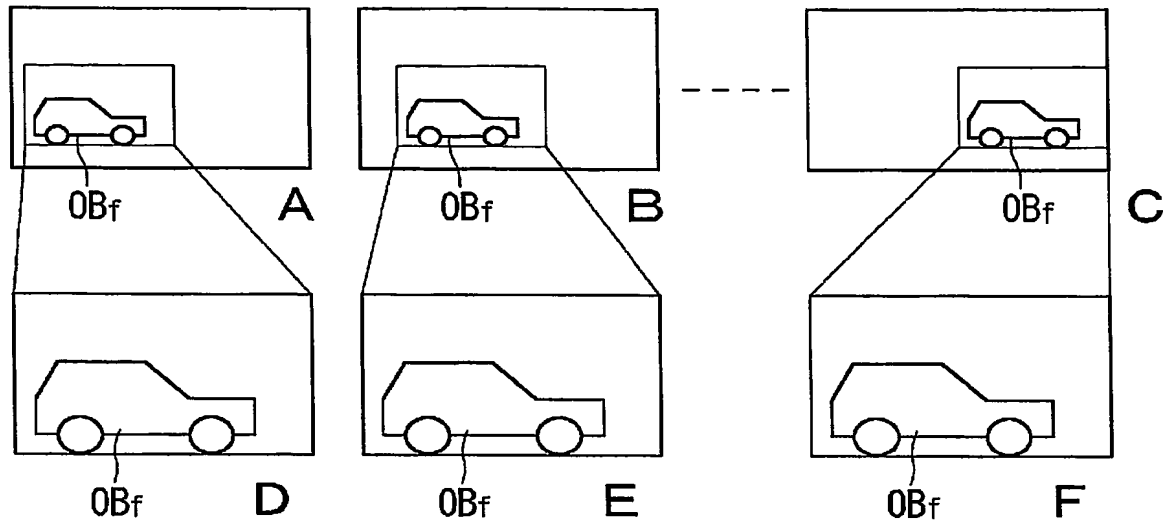
【図 2 4】

オブジェクトが移動する場合



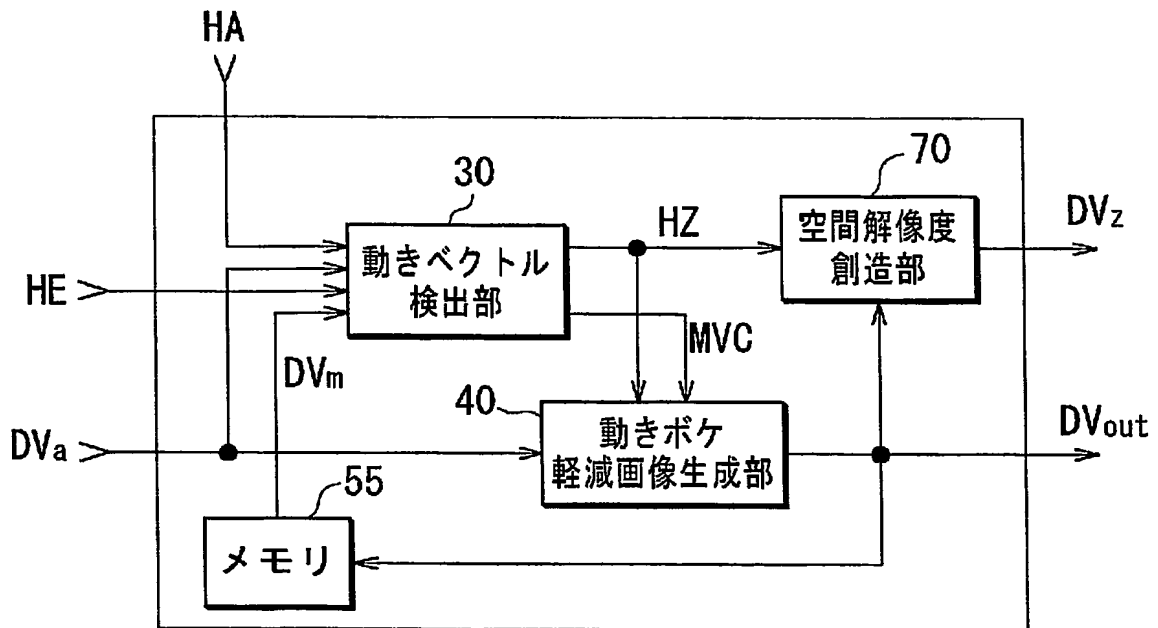
【図 25】

オブジェクトの追従を行った拡大表示画像



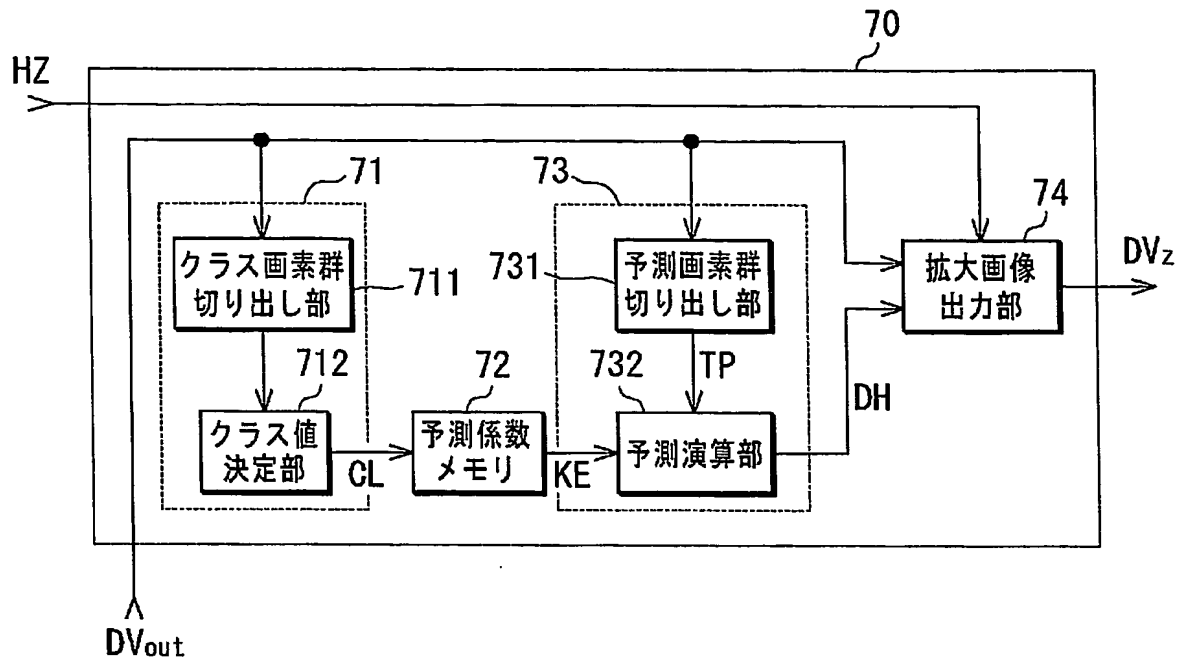
【図 26】

画像処理装置の他の構成



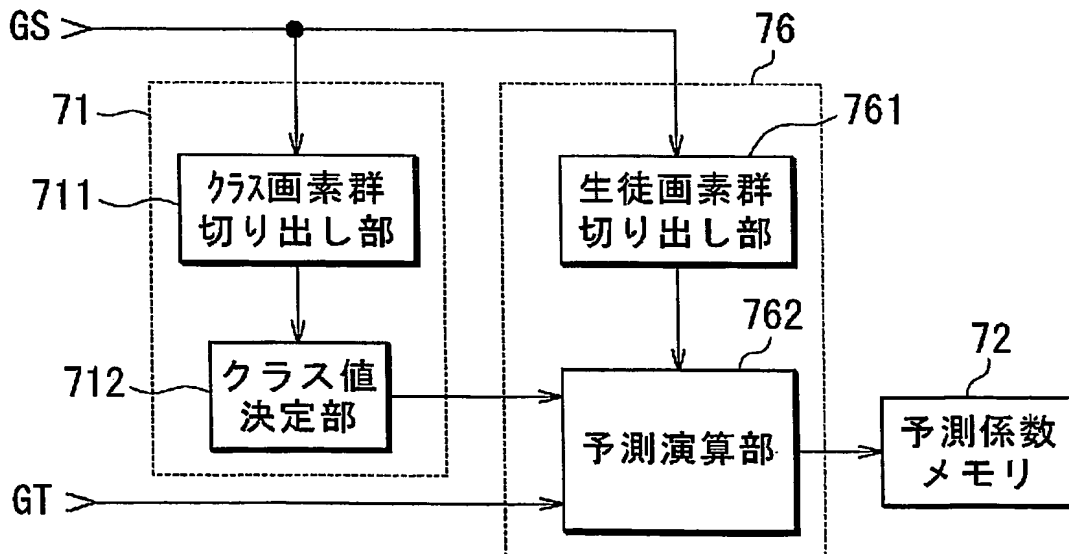
【図 27】

空間解像度創造部の構成



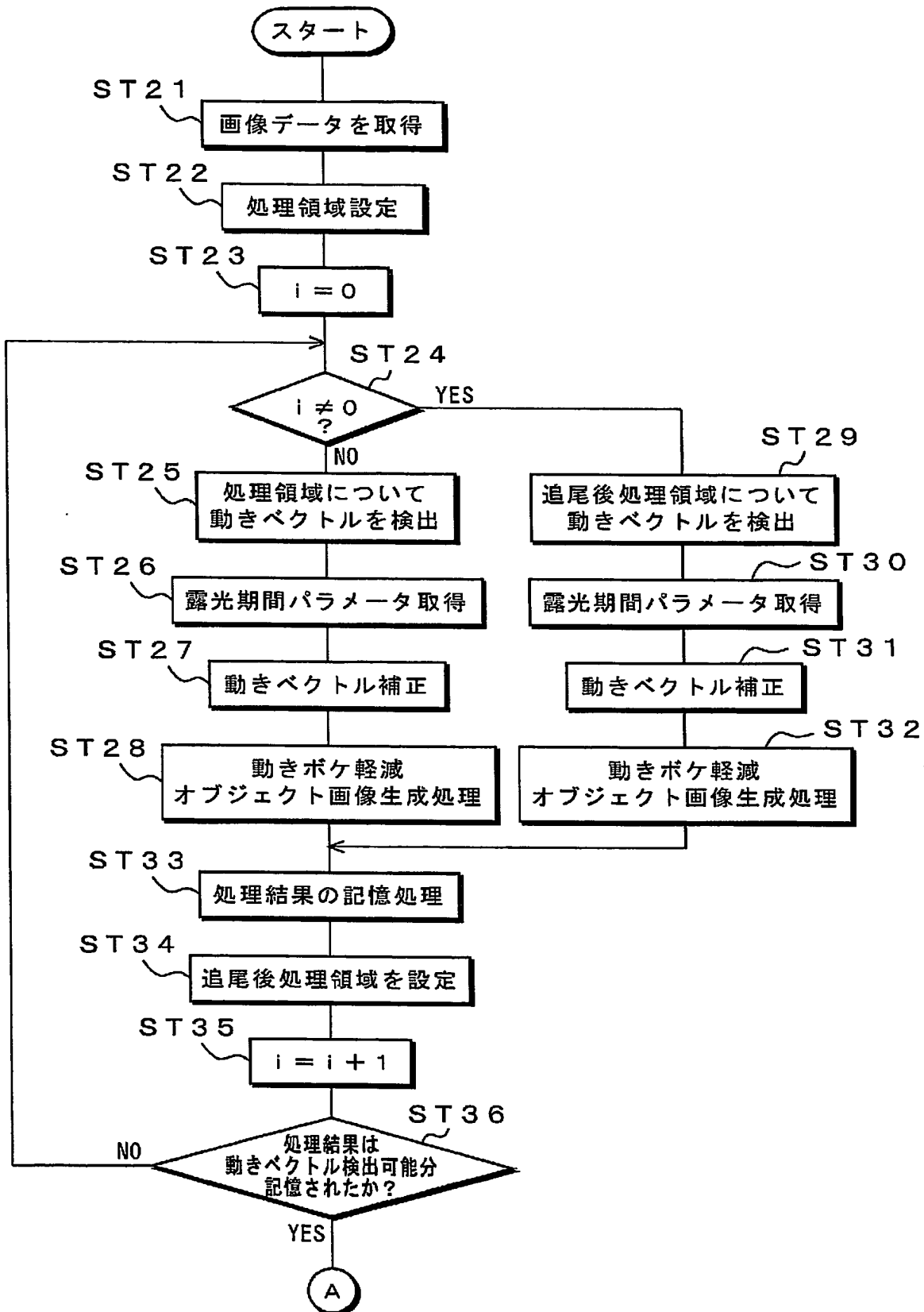
【図 28】

学習装置の構成



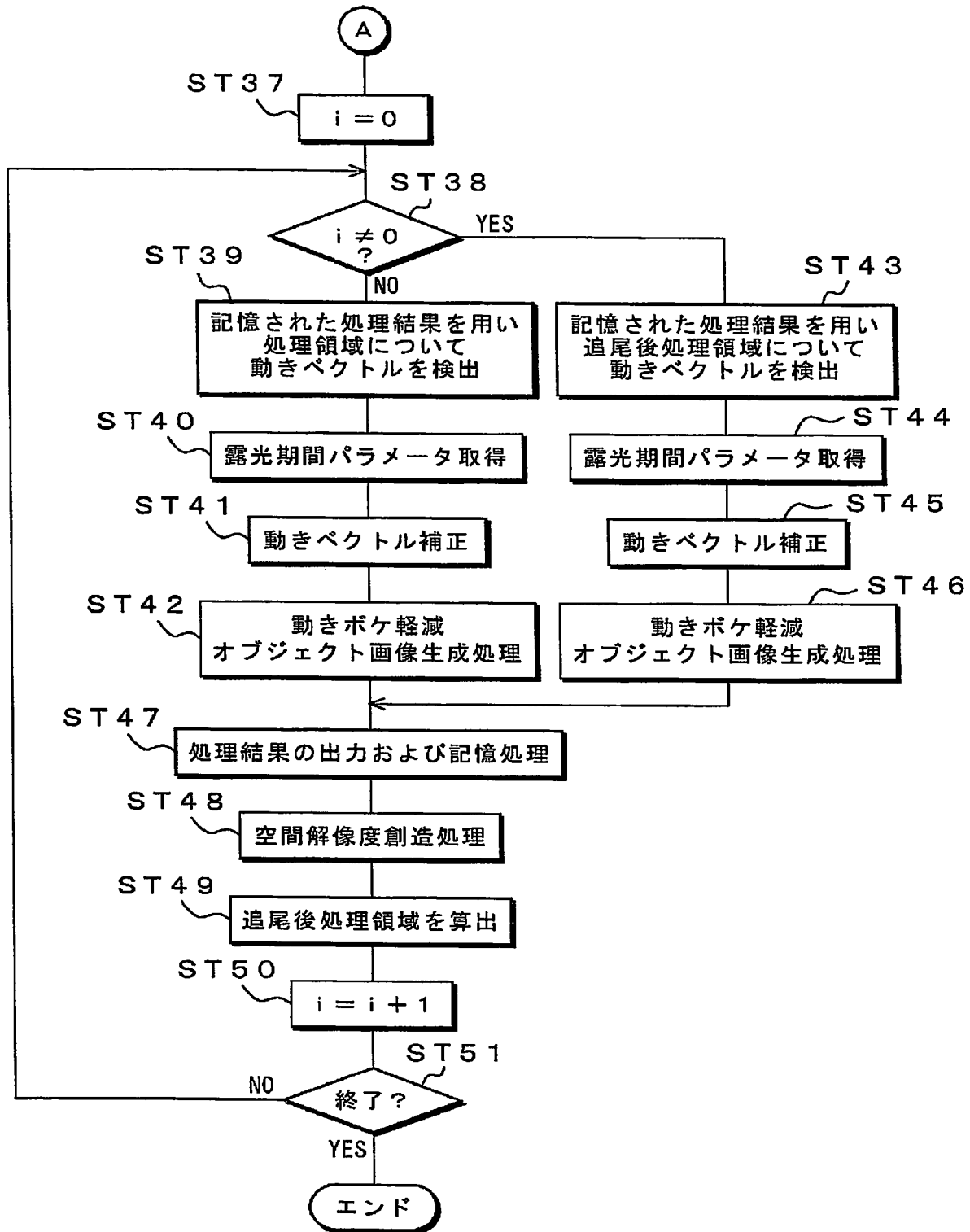
【図29】

空間解像度創造処理を合わせて行う場合の動作(1/2)



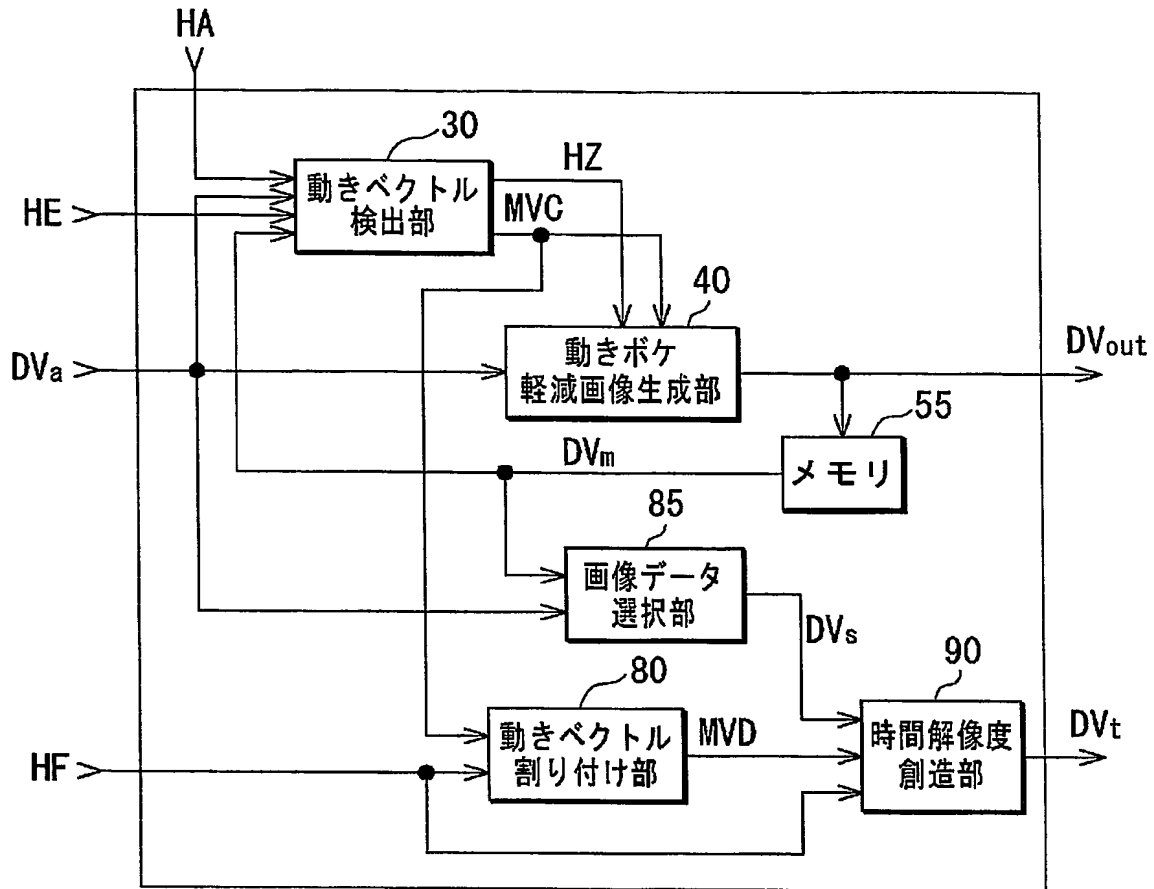
【図 30】

空間解像度創造処理を合わせて行う場合の動作(2/2)



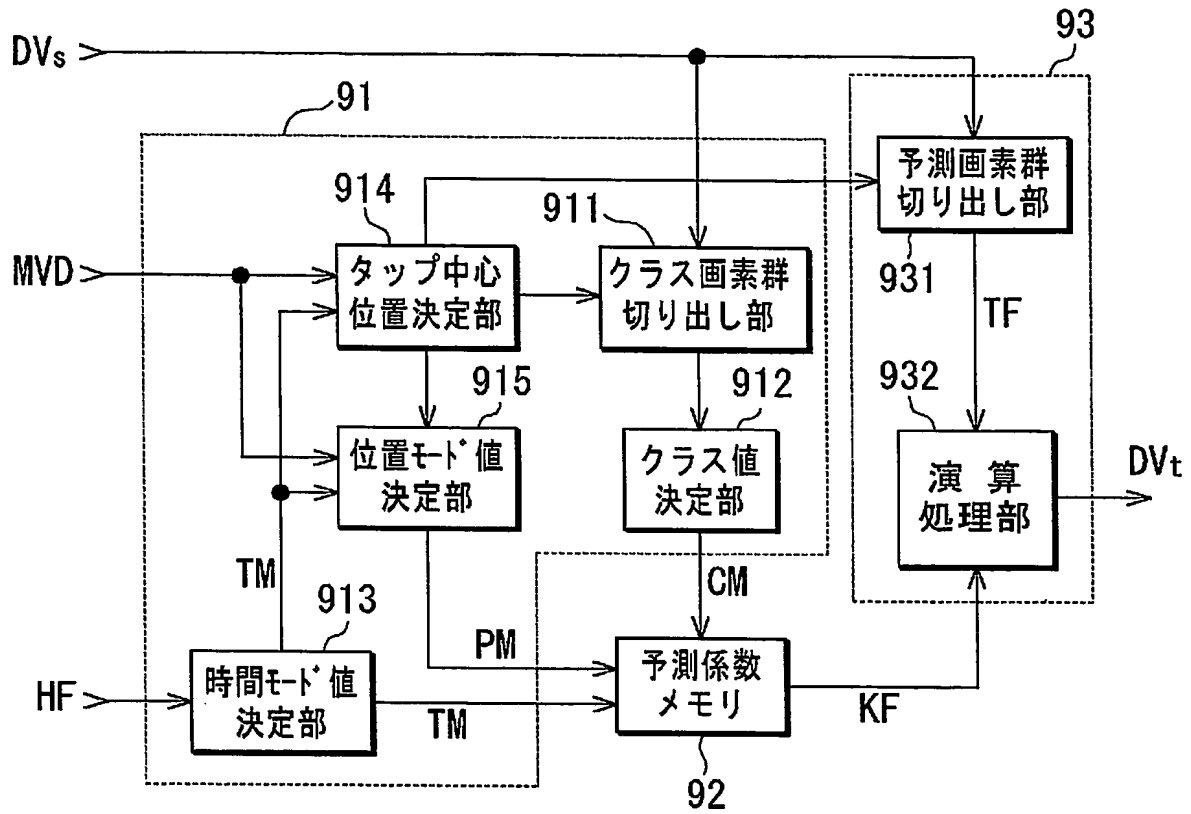
【図 31】

画像処理装置の他の構成



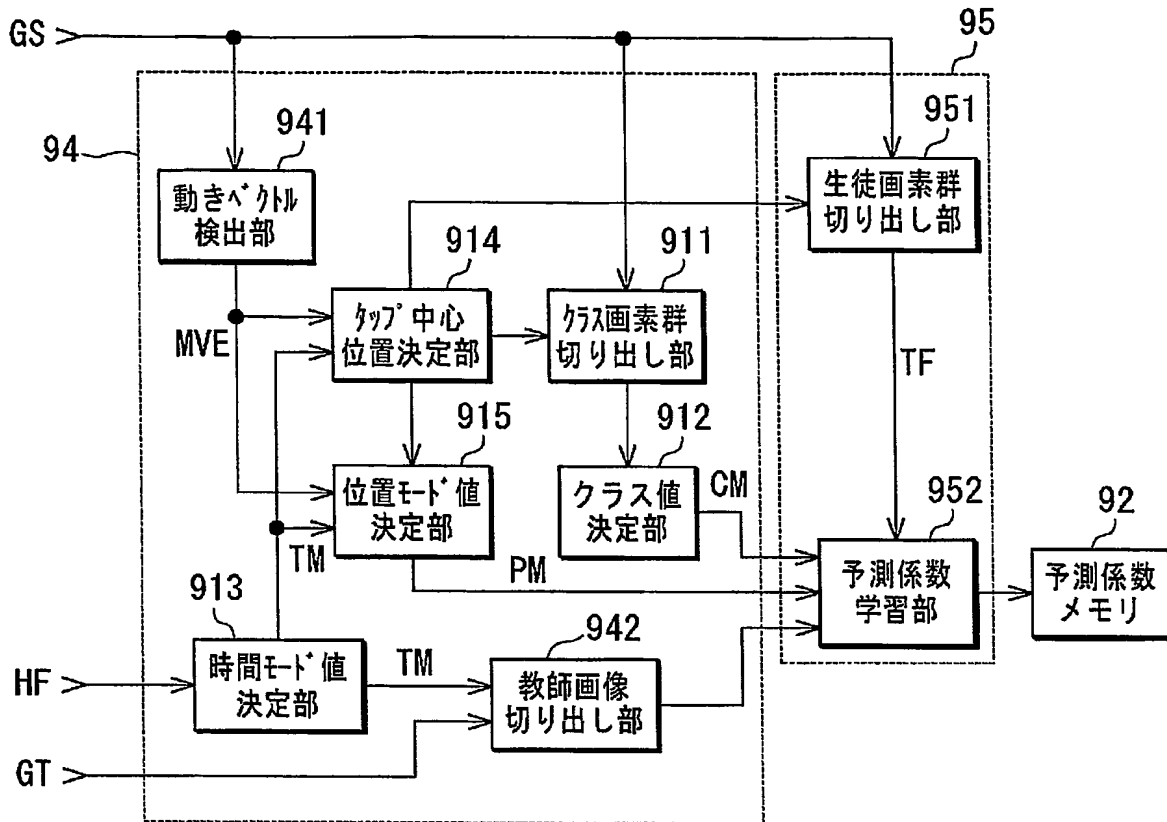
【図 32】

時間解像度創造部の構成



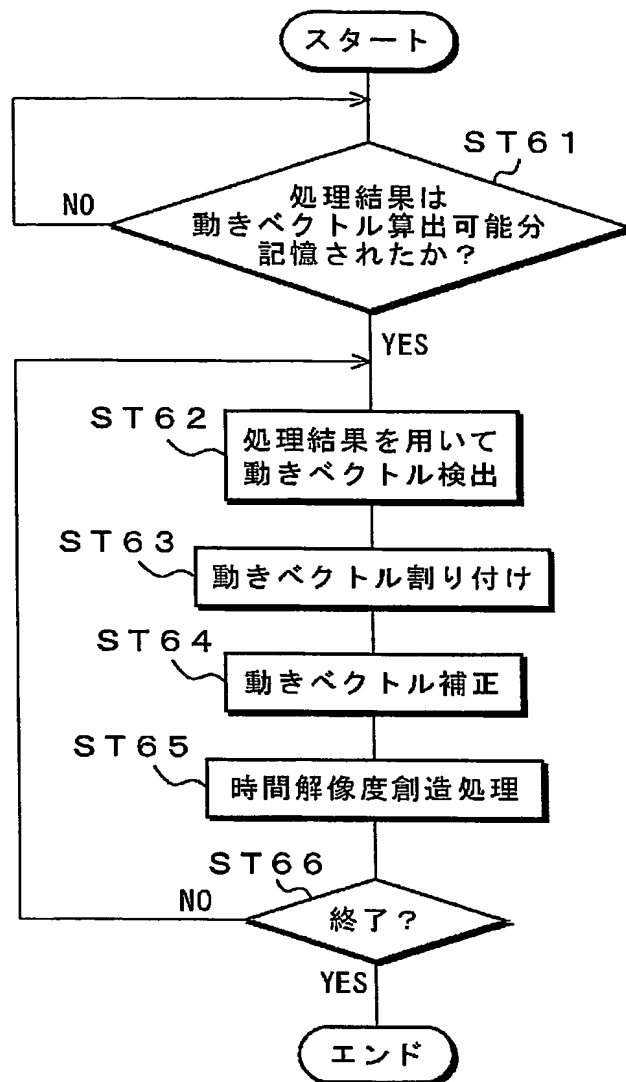
【図 33】

学習装置の構成



【図 34】

時間解像度創造処理を合わせて行う場合の動作



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 動きベクトルを精度良く検出して、検出した動きベクトルを用いて画像処理を行う。

【解決手段】 動きボケ軽減画像生成部 40 は、時間積分効果を有する画像センサにより取得された複数画素からなる画像内の処理領域では、動きオブジェクトの画素の画素値が、該動きオブジェクトに対応する動きボケが生じていない各画素の画素値を移動しながら時間方向に積分した値であるとしてモデル化し、画像データ D Va における処理領域の画素の画素値に基づき、処理領域に含まれる動きオブジェクトの動きボケが軽減された動きボケ軽減画像を生成する。動きベクトル検出部 30 は、生成された複数の動きボケ軽減画像に基づき、動きベクトルの検出を行う。このようにして検出した動きベクトルを用いて動きボケ軽減画像の生成や空間解像度創造および時間解像度創造を行う。

【選択図】 図 5

特願 2 0 0 4 - 0 3 7 2 4 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 2 1 8 5]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 3 0 日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号
氏 名	ソニー株式会社

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/002523

International filing date: 10 February 2005 (10.02.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-037249
Filing date: 13 February 2004 (13.02.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 14 April 2005 (14.04.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse